

62e Année 2e Trimestre 1956 No 2

ANNALES DE GEMBLOUX

ORGANE TRIMESTRIEL

de l'Association des Ingénieurs sortis de l'Institut Agronomique de l'Etat à Gembloux.

(Association sans but lucratif).

SOMMAIRE

Secrétaire de Rédaction:
R. GEORLETTE
207, av. R. Neybergh,
BRUXELLES II



Editeur :
J. DUCULOT
GEMBLOUX

Compte chèques-postaux n° 1660.59 : Association des Ingénieurs de Gembloux, 4, avenue des Narcisses, Uccle 3.

Compte-courant n° 570.810 de l'Association à la Société générale de Belgique, à Bruxelles.

Tarif publicitaire.

Pour un an :

bande d'envoi :	2000 fr.
1 page couverture :	2000 fr.
1 page intérieure :	1400 fr.
1/2 page intérieure :	800 fr.

Prix du numéro : 60 francs.

Abonnements annuels.

Pour le pays :	225 fr.
Pour les bibliothèques publiques et les librairies :	180 fr.
Pour l'étranger :	250 fr.

Les abonnements sont reçus par le Secrétaire de l'A. I. Gx., M. Y. Baccu, 57, rue du Canada, à Bruxelles (tél. 37.36.76).

Les publications originales sont signées par les auteurs qui en assument l'entière et exclusive responsabilité.

Les « Annales de Gembloux » acceptent l'échange avec toutes les revues scientifiques traitant des matières agronomiques. Il sera rendu compte de tout ouvrage dont un exemplaire parviendra au Secrétaire de Rédaction.

ANNALES DE GEMBLOUX

62e Année. 2e Trimestre 1956. No 2

Les étapes de la minéralogie (*)

par

L. GERLACHE,

Professeur à l'Institut Agronomique de l'État, à Gembloux.

Excellences,

Messieurs les Ministres,

Monsieur le Gouverneur,

Monsieur le Représentant du Ministre de l'Instruction publique,

Mesdames, Mesdemoiselles, Messieurs,

La solidification d'un fluide peut avoir lieu par une augmentation progressive de la viscosité, passage par l'état pâteux de consistance de plus en plus grande et formation d'une espèce de verre, sans qu'il soit possible de préciser l'instant où la substance a cessé d'être fluide pour devenir solide.

Cependant ce processus est exceptionnel car, le plus souvent, la solidification débute par le développement de « *germes* » qui naissent spontanément dans la masse suivant un mécanisme encore mystérieux.

Ces germes, en nombre relativement très petit si on le compare au nombre de molécules présentes, se développent en gardant constamment des *formes polyédriques* dont les arêtes et les faces réalisent respectivement des segments de droite et des portions de plans géométriques avec d'autant plus de perfection qu'on a pris plus de précaution à éviter toute action perturbatrice.

Ces formes polyédriques que nous voyons se développer au sein

(*) Leçon inaugurale de l'année académique 1955-1956 en date du 3 octobre 1955.

d'un magma fondu qui se refroidit, sont fréquentes dans les cavités de l'écorce terrestre et notamment dans les géodes. L'une d'elles, le cristal de roche, a, de tout temps, suscité l'admiration tant par la netteté de ses formes que par sa limpidité. Les anciens lui ont donné même nom qu'à la glace, « *cristallos* », convaincus qu'il s'agissait là aussi, d'eau congelée mais durcie à l'extrême par le très grand froid des montagnes où ils le rencontraient.

Ce nom a été étendu depuis, à toutes les substances qui revêtent spontanément la forme de polyèdre qu'on appelle du terme générique de *cristaux*.

La cristallisation peut être considérée comme le mode de passage normal de l'état fluide à l'état solide. L'écorce terrestre tout entière, à part quelques roches volcaniques vitreuses très localisées, s'est formée à la suite du développement de germes cristallins.

L'état vitreux est exceptionnel et instable ou métastable ; il n'est pas rare de voir des germes cristallins naître spontanément dans un verre et s'accroître lentement avec des formes polyédriques malgré l'énorme viscosité du milieu.

Les formes polyédriques des cristaux constituent bien leur caractère le plus saillant, celui qui par contraste avec les formes des êtres vivants, devait attirer l'attention des observateurs même les moins avertis.

Mais comment expliquer qu'une même espèce minéralogique peut, suivant les circonstances de la cristallisation, revêtir de si multiples formes ; la calcite ($CaCO_3$) par exemple, de se présenter en rhomboèdres, les uns plus ou moins voisins du cube, les autres très aplatis au contraire, très allongés, de se présenter en prismes... Et ces formes simples, s'associer entre elles pour engendrer une multitude de formes composées d'une richesse presque illimitée.

Il importait de rechercher la raison de cette richesse de formes et d'étudier les caractéristiques géométriques de celles-ci.

Longtemps, la minéralogie ne fut qu'un passe-temps d'amateurs de collections, et il fallut attendre le milieu du 18e siècle pour voir s'amorcer les premières recherches scientifiques dans ce domaine.

Le premier traité systématique de minéralogie fut celui du Suédois WALLERIUS dont l'ouvrage fut traduit en français, en 1753, par le baron de HOLBACH ; mais s'il est vrai que de nombreux minéraux y étaient décrits avec certitude et s'il est vrai que certaines formes cristallines y furent utilisées dans les déterminations, *les lois géométriques de la cristallographie n'y sont même pas soupçonnées.*

Le premier véritable cristallographe fut, sans conteste, Romé de LISLE (1736-1790) à qui sont dues l'affirmation et la démons-

tration de la généralité de *la loi de la constance des angles dièdres dans une même espèce minéralogique.*

Dans son « Essai de cristallographie » publié en 1772, Romé de LISLE y décrit 110 formes cristallines.

La démonstration de la loi de la constance des angles, étayée sur de nombreuses mesures faites au moyen d'un goniomètre construit par CARANGEOT, se trouve dans son ouvrage publié en 1783 et intitulé : « *Cristallographie ou description de formes propres à tous les corps du règne minéral* ».

Dans cet ouvrage fondamental, on trouve non seulement la première description exacte des cristaux, mais encore l'exposé de la conception de l'existence de proportions définies entre les molécules formant un composé défini, première étape de la loi chimique des proportions définies.

« Toutes les fois, dit Romé de LISLE, que la combinaison des mêmes principes élémentaires vient à s'opérer dans des circonstances et des proportions exactement semblables, nous voyons qu'il en résulte des corps de même forme, de même densité, de même dureté, de même saveur ».

Dès sa première publication en 1772, Romé de LISLE rencontre de nombreux détracteurs. BUFFON l'accable de son dédain ; SAGE qui est cependant l'ami et le maître de Romé et l'un des plus connu parmi les minéralogistes-chimistes de son temps, s'intéresse sans doute à la cristallographie mais il la tient pour inutile aux progrès de la minéralogie. Quant à BERGMANN, il refuse de considérer la forme cristalline comme un caractère spécifique des minéraux.

Romé qui veut associer dans la définition de chaque espèce minérale, la notion de composition chimique et celle de forme cristalline, a cependant des disciples.

Le plus ardent et le plus dévoué de ceux-ci fut, sans conteste, le Liégeois DEMESTE. Fils du chirurgien de la citadelle, il naquit à Liège en 1745. Son père lui enseigna la botanique, l'anatomie et la chirurgie, puis l'envoya à l'université de Louvain où il suivit les cours de médecine et de botanique.

Jean DEMESTE étudia à Rome pendant 5 années. Il fit encore, dans diverses villes de France, un séjour prolongé au cours duquel il alla prendre à Reims, en 1777, son titre de docteur en médecine. Il revint alors à la maison paternelle à la porte de Vivegnis.

Au cours de ses années de voyage, DEMESTE n'avait cessé de recueillir des échantillons qui devaient servir à son maître et il soutenait celui-ci de sa fidèle dévotion.

Son zèle infatigable s'exerça dans les divers domaines de la minéralogie, mais son œuvre capitale reste son étude sur le spath calcaire, travail de pionnier dans lequel toutes les variétés de cris-

tallisation sont géométriquement ramenées à des « troncatures » du rhomboèdre primitif.

Le talent de DEMESTE, son érudition et l'importance de sa contribution à la cristallographie naissante, poussèrent Romé de LISLE (dès qu'il fut certain que DEMESTE rentrait à Liège pour y faire carrière) à l'encourager à écrire un véritable traité de chimie, de cristallographie et de minéralogie destiné aux étudiants, et exposant la théorie de ces sciences selon SAGE et Romé de LISLE.

Ce traité prit la forme curieuse de lettres adressées à un autre médecin-naturaliste, le docteur BERNARD, premier professeur à la faculté de Douai, que DEMESTE avait connu au cours de son séjour dans cette ville.

La correspondance de DEMESTE avec Romé de LISLE s'échelonne depuis 1778 jusqu'au 12 octobre 1782.

Dans son premier volume, il écrit textuellement à son maître :

« Quoique je vous ai dit plus haut que l'octaèdre n'était qu'un cube tronqué, je suis bien éloigné de croire que la nature s'occupe de tronquer un cube ou un parallélipipède pour en former un octaèdre. Je suis, au contraire, très convaincu qu'elle forme simplement et pour ainsi dire d'un seul jet, un octaèdre, quelque tronqué qu'il soit, et que les troncatures ne proviennent que de la différente manière dont s'assemblent les molécules constituantes d'un cristal, lesquelles obéissent aux lois de l'attraction ».

« Les lettres du Docteur DEMESTE » connurent le plus vif succès ; elles constituent l'un des classiques de la minéralogie dont les exemplaires, aujourd'hui rares, sont recherchés par les historiens de la minéralogie et de la cristallographie.

DEMESTE fut l'un des tout premiers à saisir et à illustrer la notion de l'existence des lois générales de la cristallographie, et les historiens de la minéralogie n'ont pas hésité, à juste titre, à le placer à côté de son maître Romé de LISLE.

C'est à l'abbé HAUY, célèbre minéralogiste français (1743-1822) que l'on doit la *première théorie sur la structure des cristaux* qui devait hisser définitivement la cristallographie au rang de science. Il nous a laissé un ouvrage intitulé : « Essai d'une théorie sur la structure des cristaux », et un « Traité de cristallographie ». Dans ce dernier ouvrage, il écrit notamment :

« La clef de la théorie n'a point été cherchée ; elle s'est présentée d'elle-même en sorte qu'il suffisait de ne pas fermer les yeux sur le fait fondamental qui en était le sujet. Ce fait s'est montré sur un cristal prismatique de chaux carbonatée dont M. DEFRANCE, amateur très éclairé, avait eu la bonté de me faire présent, au moment où il venait de se détacher d'un groupe qui faisait partie de sa riche collection.

En examinant ce cristal, lorsque je fus de retour, j'aperçus à l'endroit de la fracture, une face qu'il était facile de reconnaître à son poli et à la vivacité de son éclat, pour un des joints naturels situés entre les lames dont le prisme était l'assemblage ».

Hauy provoqua alors lui-même de nouvelles divisions, et il finit par obtenir entre les mains, un solide ayant la forme d'un rhomboèdre.

Tous les cristaux calcaires d'une forme différente, qu'il soumit successivement à la division mécanique, donnèrent des résultats analogues.

De nombreux minéraux possèdent, comme la calcite, la curieuse propriété de se laisser diviser, par choc ou par décollement au moyen d'une lame de canif, en lamelles parallèles à un plan qui a toujours la même direction dans ce cristal. On dit qu'il se clivent parallèlement à ce plan.

Le cristal de calcite s'est clivé suivant 3 directions pour donner une multitude de petits rhomboèdres de forme identique auxquels on a donné le nom de *solides de clivage.*

Au plus petit de ces solides de clivage possible, Hauy donne le nom de *molécule intégrante* et il conclut :

« Du fait qu'en clivant un cristal de calcite, quelle que soit sa forme, on obtient toujours la même molécule intégrante, il doit être possible en empilant, à nouveau, des molécules intégrantes dans un certain ordre, d'obtenir le cristal primitif. Tous les cristaux de calcite peuvent donc être considérés comme l'assemblage de molécules intégrantes ».

Parfois l'empilement de ces molécules intégrantes se fait d'une manière régulière ; parfois, une cause a pour effet qu'un certain nombre de molécules intégrantes sont omises régulièrement le long des arêtes d'un même angle. On obtient dans ce cas, une surface assimilable à une surface plane, compte tenu de la petitesse de la molécule intégrante.

Parfois le décroissement se fait sur l'arête et le nombre de molécules intégrantes soustraites dans une direction peut même être différent de celui soustrait dans une autre.

On conçoit donc qu'il puisse y avoir une infinité de décroissements différents, soit sur l'angle, soit sur l'arête.

D'autre part, la molécule intégrante peut varier de forme et de dimension d'un minéral à l'autre : de là, la grande variété des formes que l'on rencontre dans les cristaux.

En étudiant toutes les formes possibles de molécules intégrantes, Hauy trouve qu'*elles peuvent être ramenées à sept types différents.* Toutes les formes cristallines d'un minéral peuvent donc être

dérivées d'un des sept types, dont la forme et les dimensions sont caractéristiques de l'espèce minéralogique.

Mais la théorie d'Haüy, basée sur l'existence de 3 clivages, ne peut s'appliquer aux cristaux qui n'en possède que deux (orthose), un (mica) ou pas (quartz).

Bravais (1811-1863), physicien français, avait eu, en Laponie et sur le mont Blanc, l'occasion d'observer les cristaux de neige et il les avait toujours décrits avec une prédilection particulière. Mais, il ne s'arrêta pas là, et ses études finirent par embrasser la cristallographie tout entière.

Il considère que les cristaux ne sont pas que des choses géométriques et que la forme qui les caractérise n'est que l'expression figurée des propriétés intimes de la matière qui les compose. Aussi cherche-t-il à donner une signification physique au langage géométrique que nous parlent les cristaux.

Le 11 décembre 1848, Bravais présente à l'Académie des Sciences, un important mémoire sur *Les systèmes formés par des points régulièrement distribués sur un plan ou dans l'espace* et, le 6 août 1849, un autre mémoire qui complète le premier et relatif à *Certains systèmes ou assemblages de points matériels.*

Il est parvenu à découvrir, dans certains systèmes de points matériels, des propriétés qui sont dignes de remarque, et des caractères qui peuvent être utilement employés à la classification des cristaux.

L'essentiel de la théorie de Bravais peut se résumer comme suit :

Si on casse un cristal, tout fragment obtenu présente les mêmes propriétés (la même densité, par exemple), quel que soit l'endroit où il a été prélevé. On dit que *le cristal est un milieu homogène.*

Nous pouvons traduire cette homogénéité en disant qu'il y a, à l'intérieur du cristal, un très grand nombre de points très rapprochés appelés *nœuds* ou *points analogues* autour desquels la répartition de la matière est la même.

Soit donc un nœud A quelconque du cristal. Prenons à partir de A, une direction quelconque AX ; il y a sur AX, un nœud B situé à une distance a de A. Comme la matière est répartie de la même manière autour de B qu'autour de A, il y a sur AX au-delà de B, un nœud C à une distance a de B...

Cette ligne de nœuds de direction AX est appelée par Bravais, une *rangée de paramètre a.*

En prenant à partir de A, une autre direction AY de l'espace, la répartition de la matière se fera généralement d'une manière différente et les nœuds seront situés à une distance b l'un de l'autre ; c'est *une rangée de paramètre b.*

Dans le plan XY de ces deux directions, nous pouvons mener par les nœuds d'une rangée, des parallèles à la direction de l'autre rangée. Nous constituons ainsi un réticule et il ne serait pas difficile de montrer que tous les sommets de ce réticule constituent tous les nœuds que peut contenir le plan XAY, qui porte donc le nom de *plan réticulaire de paramètre a et b.*

En prenant, à partir du même point A, une troisième direction de l'espace AZ, nous pouvons montrer qu'il y a, dans cette direction, une suite de nœuds situés à une distance c l'un de l'autre.

Comme la matière est répartie de la même manière autour de C qu'autour de A, le plan X'CY' mené par C parallèlement à XAY, contient des nœuds disposés de la même manière que dans le plan XAY.

Si maintenant, nous joignons les nœuds d'un plan à ceux qui leur correspondent dans l'autre plan, et que nous prolongeons ces segments de droite, de part et d'autre des deux premiers plans XAY et X'CY', nous divisons l'espace en *mailles parallélipipédiques* formant un réseau dont tous les sommets sont des nœuds.

Ces mailles parallélipipédiques possèdent 6 paramètres a, b, c, α, β, γ, ces derniers étant les angles que forment entre elles les trois directions choisies AX, AY, AZ.

Cela posé, Bravais commence par établir, tantôt à l'aide de la géométrie, tantôt à l'aide de l'analyse tout à la fois élégante et simple, les propriétés générales des systèmes réticulaires. Il démontre alors que la symétrie d'un système réticulaire doit être binaire, ternaire, quaternaire ou sénaire.

Enfin, après avoir démontré ces principes, l'auteur fait observer qu'ils pourraient être utilement appliqués à la classification des cristaux. Et en classant les divers systèmes réticulaires, ou plutôt les sytèmes de nœuds qu'ils peuvent offrir, d'après le nombre et la nature de leurs axes de symétrie, Bravais a compté sept systèmes qui s'identifient aux sept types de molécules intégrantes de Hauy.

Dans le second mémoire, Bravais ne se borne plus à la recherche des propriétés du système réticulaire formé par les centres de gravité des molécules d'un cristal. Mais pénétrant plus avant dans les profondeurs de la science, il s'occupe aussi des diverses formes que peuvent offrir les molécules cristallines et de l'influence que ces formes doivent exercer sur la cristallisation.

Déjà Delamotte en 1840 avait signalé cette influence et il avait observé qu'elle suffit pour expliquer de prétendues exceptions à la loi de symétrie.

Déjà, il avait insisté sur cette considération, que deux parties géométriquement semblables d'un cristal peuvent avoir des structures ou constitutions moléculaires différentes, et que, dans ce cas, on ne peut plus dire qu'elles sont en tout point identiques.

Déjà, le savant professeur attribuait la formation des cristaux dits « *hémiédriques* » aux particularités qui caractérisent leur constitution moléculaire, avait cherché l'explication de l'hémiédrie de la boracite dans la forme tétraédrique de la molécule.

Mais en confirmant ce principe, que *la forme de la molécule exerce une influence notable sur la cristallisation,* Bravais arrive, en outre, à cette conclusion remarquable que, *pour expliquer tous les phénomènes de l'hémiédrie, il suffit d'avoir égard à cette influence et aux effets qu'elle peut produire.*

Pour examiner cette proposition, Bravais commence par examiner les divers genres de symétrie que peut offrir une molécule cristalline, considérée comme un système d'atomes, et représentée par un polyèdre dont ces atomes occupent les sommets.

Connaissant les différents genres de symétrie que peuvent offrir, d'une part, les systèmes réticulaires, d'autre part, les polyèdres qui représentent les molécules des corps, et après avoir classé les uns et les autres d'après le nombre et la nature de leurs éléments de symétrie, il lui restait à examiner comment et jusqu'à quel point, la symétrie d'une molécule peut être transmise par la cristallisation, au système réticulaire formé par les centres de gravité des diverses molécules dont se compose un cristal. En d'autres termes, il s'agissait, pour lui, de résoudre le problème suivant :

Les éléments de symétrie d'une molécule étant donnés, déterminer le système cristallin que la réunion de cette molécule à d'autres, produira au moment de la cristallisation.

Bravais observe d'abord que la cristallisation a pour effet d'amener les diverses molécules à des positions telles qu'il y ait équilibre, et même équilibre stable, entre les actions exercées par les unes sur les autres.

Cela posé, *il fait voir que l'équilibre s'établira plus facilement dans un cristal en voie de formation, si les centres de gravité des molécules se disposent de manière que les axes et les plans de symétrie de ces molécules indéfiniment prolongés deviennent des axes et des plans de symétrie du système réticulaire fourni par les centres de gravité.*

Il se croit ainsi autorisé à poser la règle suivante :

Parmi les sept systèmes cristallins, les molécules d'une substance donnée adopteront celui dont la symétrie offre le plus grand nom-

bre d'éléments communs avec la symétrie propre au polyèdre moléculaire.

Si plusieurs systèmes cristallins peuvent, en vertu de la règle énoncée, correspondre à une même molécule, BRAVAIS se trouve amené à énoncer encore la règle suivante :

Dans le cas où plusieurs systèmes cristallins auraient les mêmes éléments de symétrie communs avec un même polyèdre moléculaire, la cristallisation s'opèrera suivant le système de moindre symétrie, c'est-à-dire suivant le système qui laissera le plus grand nombre de termes indéterminés parmi les six éléments constitutifs de son parallélipipède élémentaire.

L'emploi des deux règles générales que nous venons de rappeler permet à BRAVAIS d'expliquer non seulement les divers phénomènes d'hémiédríe observés par les cristallographes, mais encore de déterminer les lois de ces phénomènes et les circonstances dans lesquelles ils doivent se présenter ; et ces lois et ces circonstances sont précisément celles que fournit l'observation elle-même.

On pourrait aussi montrer qu'il explique, par sa théorie, un assez grand nombre de cas de dimorphisme, sans être obligé d'altérer la structure interne des molécules.

Cette théorie d'HAUY, précisée par BRAVAIS, fut encore élargie par JORDAN et SOHNCKE et amenée à un haut degré de perfection mathématique par FEDOROW et SCHOENFLIES.

Elle a reçu confirmation éclatante en 1912 dans les expériences de LAUE et, un peu plus tard, dans celles de Sir BRAGG et son fils sur l'interférence des rayons X diffractés par les atomes des cristaux, point de départ de la radiocristallographie.

Les radiogrammes de LAUE ont permis d'entreprendre l'étude géométrique des cristaux même en l'absence de toutes faces naturelles ou de clivage. On peut grâce à eux, mettre les plans réticulaires en évidence, obtenir une projection (gnomonique) complète, avec un simple fragment de quelques millimètres d'un cristal brisé d'une façon quelconque.

Moins de deux ans après la découverte de LAUE, Sir H. BRAGG et son fils, collaborant avec bonheur, étaient en mesure de présenter la définition complète d'un nombre de structures cristallines par l'énoncé des coordonnées exactes de tous les atomes entrant dans l'édifice.

Les recherches ultérieures poursuivies de divers côtés ont pleinement confirmé leurs résultats.

Excellences,
Messieurs les Ministres,
Monsieur le Gouverneur,
Monsieur le Représentant du Ministre de l'Instruction publique,
Mesdames, Mesdemoiselles, Messieurs,

Comme nous avons essayé de le montrer, les étapes de la science des cristaux fournissent un bel exemple du mode de déroulement de la révolution scientifique qui fut faite, de l'alliance des efforts d'artisans constructeurs d'instruments, d'hommes de laboratoire qui savaient se servir de ces instruments, et de théoriciens aptes à extraire des généralisations de la masse des résultats dus à l'observation et l'expérimentation. La science des cristaux est née d'une semblable conjoncture de ces patiences. Et pour ne citer qu'un exemple simple, on ne dira jamais assez ce que cette science doit au « Manuel du parfait joaillier » qui fut publié, à Lyon, en 1644 par DE BOOT, et surtout à la fabrication par CARANGEOT d'un goniomètre qui permit à Romé de LISLE et à ses élèves d'effectuer de nombreuses mesures qui ont conduit à l'établissement de la loi de constance des angles dièdres dans les espèces cristallines.

RÉFÉRENCES

1. *Les rayons* X par Maurice DE BROGLIE (Presses universitaires de France).
2. *La structure des cristaux par les rayons* X par G. MAUGUIN (Presses universitaires de France).
3. *Les minéraux et les roches* par H. BUTTGENBACH. 8e édition, Vaillant-Carmanne, 1953.
4. *Vie de Jean Demeste, médecin et minéralogiste* par M. FLORKIN (Revue médicale de Liège, Vol. X, 1955. No 18).
5. *Traité de cristallographie* par l'abbé HAUY. Paris, 1822.
6. *Cours de cristallographie* par Jean WYART (Centre de documentation universitaire, Paris).
7. *Cours de cristallographie et de minéralogie* par G. CESÀRO. IIe édition. Liège, 1902.
8. *Études cristallographiques* par Bravais. Paris, Gauthier-Villars, 1866.

L'échantillonnage statistique appliqué à la prospection et aux inventaires forestiers

par

Pierre DAGNELIE,
Ingénieur Agronome Gx.

INTRODUCTION.

L'application des méthodes statistiques en foresterie.

Les cas d'application des méthodes statistiques en matière forestière sont extrêmement nombreux, et cela malgré l'utilisation peu fréquente des plans expérimentaux classiques (carré latin, par exemple) établis exceptionnellement pour l'étude de l'éclaircie et de la régénération (HUMMEL, 1947 — WITCH et al., 1948-1949 — Rev. for. franç., 5, 8, 1953). L'intérêt forestier des méthodes statistiques provient surtout des multiples applications à l'étude qualitative et quantitative des peuplements :

1° Elles permettent d'évaluer la *précision des instruments et des méthodes de mesure* et, de ce fait, de définir leurs conditions d'utilisation.

2° C'est également par des calculs statistiques simples que l'on établit les *tables de productivité* : calculs de moyennes arithmétiques (surface terrière moyenne), de moyennes pondérées (diamètre moyen pondéré par la surface terrière, hauteur moyenne pondérée par la surface terrière) et de variances ; établissement et harmonisation de courbes de croissance et de répartition et d'autres courbes de régression ; études de corrélation ; etc. Il s'agit au point de vue statistique de réductions de données et d'études de distributions.

3° Mais le domaine que nous envisagerons plus particulièrement est celui de l'échantillonnage statistique appliqué à la *prospection des peuplements forestiers* étendus.

L'étude quantitative des peuplements est effectuée depuis plus de 50 ans ; mais ce n'est que plus récemment que l'introduction

de la statistique a permis de simplifier les anciennes méthodes de calcul et de développer de nouvelles méthodes de recherche, tel l'échantillonnage.

La prospection forestière.

Le *but de la prospection forestière* est de fournir des renseignements qualitatifs et quantitatifs concernant les peuplements : leur composition (liste des diverses essences et proportions relatives), leur densité (nombre de tiges, pour les différentes essences et au total), les caractéristiques de l'arbre moyen, la répartition des tiges dans les catégories de grosseur, ainsi que de nombreux autres renseignements relatifs à la surface terrière, à la hauteur, au volume, au coefficient de forme, etc. Elle sert aussi à étudier conjointement la végétation herbacée des forêts, dans le but notamment de préciser la localisation des groupements végétaux et d'estimer l'importance de la régénération naturelle.

A ces résultats peuvent se joindre des renseignements sur la topographie locale et générale et sur les types de sol de la région étudiée. L'ensemble des observations ainsi réunies permet de caractériser chaque canton ou chaque secteur en même temps que l'entièreté de la forêt.

Dans les régions tropicales, la prospection s'étend autant que possible aux différents points de vue énumérés ci-dessus, tandis que dans nos régions, où les forêts sont mieux connues, on étudie plus particulièrement la productivité des différents cantons, ou même, le plus souvent, la richesse des peuplements, c'est-à-dire le volume des arbres sur pied. Il s'agit alors d'*inventaires forestiers*.

L'importance de la prospection proprement dite (Forest survey) et des inventaires forestiers (Timber cruise) est évidente si on considère que toutes les dispositions prévues par l'aménagement en vue d'une saine gestion sont basées sur l'étude du milieu naturel dans lequel se développe la forêt (topographie, sol, végétation) et des conditions économiques de l'exploitation (notamment, la richesse des peuplements).

La prospection peut s'étendre également à des régions non forestières, par exemple des terrains à boiser.

I. LE PRINCIPE DE L'ÉCHANTILLONNAGE

Pour de *petites étendues*, la prospection et les inventaires ne posent pas de problème : il est possible d'effectuer pour chaque arbre individuellement la ou les mensurations nécessaires et

d'examiner en détail chaque parcelle. Les calculs peuvent être fortement simplifiés en groupant les résultats en catégories de grosseur ou de hauteur.

Pour les *très grandes étendues,* une méthode moderne est maintenant mise au point : la photographie aérienne. A partir de deux photographies d'un même secteur forestier prises de deux endroits différents et grâce à un stéréoscope, on peut déterminer la structure et la composition floristique du peuplement et même sa composition volumétrique. Celle-ci est contrôlée par des mensurations effectuées dans des parcelles d'essai (Rev. for. franç., 5, 11, 1953).

Pour des *étendues moyennes,* de quelques centaines à plusieurs dizaines de milliers d'hectares, il est possible de travailler par échantillonnage, méthode plus rapide que le comptage détaillé mais aussi plus précise que la photographie aérienne.

Le *principe* en est simple : on substitue à un comptage complet (Complete enumeration), devenu trop fastidieux sur une grande surface, un comptage partiel (Sample enumeration) tel qu'on puisse estimer avec une précision et une exactitude suffisantes les valeurs recherchées pour le peuplement complet. La réalisation pratique d'un échantillonnage est délicate, d'autant plus qu'on est plus exigeant aux deux points de vue fondamentaux de l'exactitude et de la précision.

L'*exactitude* est la qualité de la méthode qui permet d'estimer sans erreur systématique la valeur que l'on obtiendrait par un comptage complet. L'estimation exacte est dite non biaisée.

La *précision* d'une méthode d'échantillonnage est d'autant plus grande que l'erreur aléatoire (due au hasard, non systématique) est plus petite.

II. LES MÉTHODES D'ÉCHANTILLONNAGE

Nous envisagerons d'abord les types d'échantillons utilisables en matière forestière ; ensuite, nous étudierons les méthodes d'échantillonnage applicables aux différents types d'échantillons.

A. Les types d'échantillons.

Les échantillons sont constitués d'*unités d'échantillonnage* (Sampling unit). Pour chacune d'elles, les mesures sont exprimées par un petit nombre de paramètres (volume moyen, surface terrière

moyenne, etc.) qui interviennent seuls dans l'analyse statistique ultérieure. L'unité d'échantillonnage peut être constituée d'une ou plusieurs *unités de comptage* (Recording unit). Par exemple :

{ Unité d'échantillonnage = une parcelle de 5 ares,
unité de comptage = sous-parcelle de 1 are ;

{ Unité d'échantillonnage = une parcelle de 5 ares,
unité de comptage = une parcelle de 5 ares ;

{ Unité d'échantillonnage = deux parcelles de 2 ares,
unité de comptage = une parcelle de 2 ares.

1. *Méthodes par surfaces.*

Les mensurations sont effectuées sur tous les arbres peuplant une surface donnée et les dénombrements sur toute l'étendue de cette surface. Celle-ci est une *parcelle* (Plot), une *bande* (Strip) ou une *ligne de parcelles* (Line-plot).

Les *parcelles*, ou places d'essai, sont définies par leur forme (ronde, carrée ou rectangulaire), par leur étendue, par leur répartition sur le terrain (distance entre parcelles centre à centre) et éventuellement par l'orientation de leur plus grande longueur.

Les *bandes* sont définies par leur largeur, par leur espacement (distance d'axe en axe) et par leur orientation.

Les *lignes de parcelles* sont constituées de petites parcelles disposées dans une même bande. L'ensemble d'un certain nombre de parcelles constitue une unité d'échantillonnage.

L'*intensité d'échantillonnage* est le rapport de la surface où est effectué le comptage individuel à la surface totale.

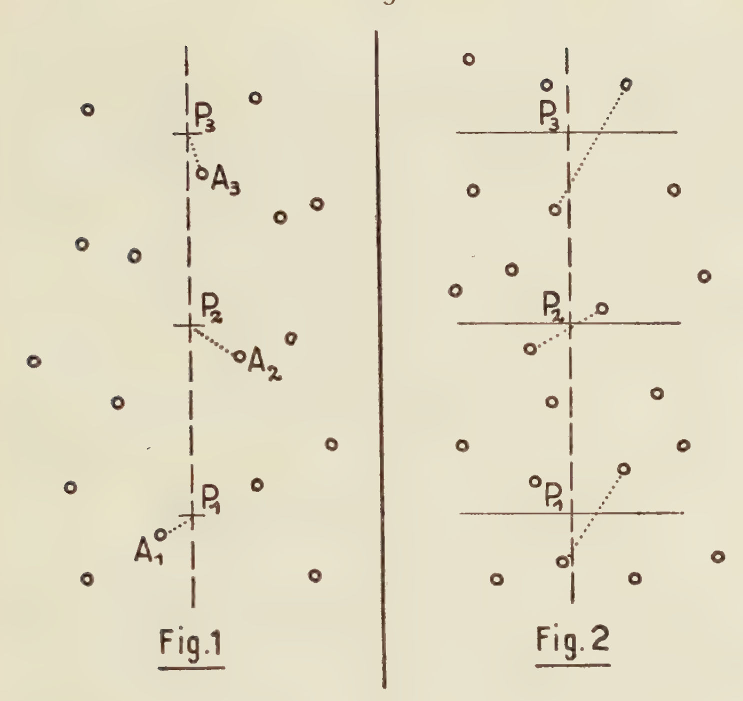
2. *Méthodes par pieds d'arbre (par points).*

Les arbres mesurés sont choisis individuellement selon un mécanisme parfaitement défini avant de commencer la prospection.

Parmi d'autres, nous citerons deux méthodes (Cottam et Curtiss, 1949 — Kaufman et al., 1954) :

Exemple 1.

On se rend en différents points de la forêt, répartis par exemple à distances égales sur un alignement. Dans chaque cas, on considère l'arbre A le plus proche du point donné P (Fig. 1). La mesure des distances des arbres A_1, A_2, A_3,... aux points correspondants P_1, P_2, P_3,... permet de donner une estimation de la densité du



peuplement ; tandis que des mensurations effectuées sur les arbres eux-mêmes définissent d'autres caractères de la forêt : surface terrière, hauteur moyenne, volume, etc.

Exemple 2.

La densité d'un peuplement peut être estimée à partir de la moyenne de la distance la plus courte séparant deux arbres situés dans deux quadrants opposés, par exemple un arbre du secteur N-E et un arbre du secteur S-W (Fig. 2).

L'*intensité d'échantillonnage* des méthodes par points (ou par pieds d'arbre) est exprimée par le nombre de mensurations effectuées par unité de surface.

B. Les méthodes d'échantillonnage proprement dites.

Les méthodes d'échantillonnage sont définies en fonction des facteurs qui interviennent dans la localisation des différentes unités d'échantillonnage.

1. *Méthode subjective* (Subjective sample).

Après avoir parcouru et examiné avec soin tout le peuplement,

l'expérimentateur situe une ou plusieurs places d'essai qu'il considère comme suffisamment représentatives de la forêt entière.

Cette méthode nécessite une *reconnaissance préalable*, longue et coûteuse dans les forêts étendues et peu explorées. Elle est difficilement applicable dans les peuplements hétérogènes où il est impossible de trouver une aire réduite représentant aux différents points de vue considérés la moyenne des cantons environnants.

D'autre part, même le chercheur le plus expérimenté n'est pas certain de ne commettre aucune *erreur de jugement* dans le choix des parcelles. L'échantillon serait alors non représentatif et la condition d'exactitude ne serait pas vérifiée.

De plus, il semble impossible de déterminer exactement la précision de l'estimation obtenue par cette méthode. Elle doit être rejetée dans tous les cas où une méthode objective est applicable.

2. *Méthodes objectives* (Objective sample).

Lorsque l'expérimentateur se rend sur le terrain, la position des unités d'échantillonnage est entièrement définie par un mécanisme établi préalablement. Les méthodes objectives sont soit systématiques, soit aléatoires.

a. Méthodes systématiques (Systematic sample. Grid sample).

Le mécanisme de localisation des unités d'échantillonnage, considérées individuellement, ne fait pas intervenir le hasard : la position de chacune d'elles est entièrement définie lorsque la position de la précédente est connue. Par exemple, les parcelles ou les bandes sont disposées à intervalles réguliers (Fig. 3) (1).

Le hasard peut toutefois intervenir dans la localisation de la première unité.

---

(1) La figure 3 illustre l'application des différentes méthodes d'échantillonnage aux différents types d'échantillons :

Colonne 1 : Échantillons constitués de parcelles (intensité : 1/10) ;
2 : Échantillons constitués de bandes (intensité : 1/5) ;
3 : Échantillons constitués de lignes de parcelles (intensité : 1/6) ;
4 : Échantillonnage par points (intensité : 12 points pour 6 centimètres carrés).

Ligne A : Échantillonnage strictement au hasard ;
B : Échantillonnage stratifié avec plusieurs unités par bloc ;
C : Échantillonnage stratifié avec deux unités par bloc ;
D : Échantillonnage stratifié avec une unité par bloc ;
E : Échantillonnage systématique.

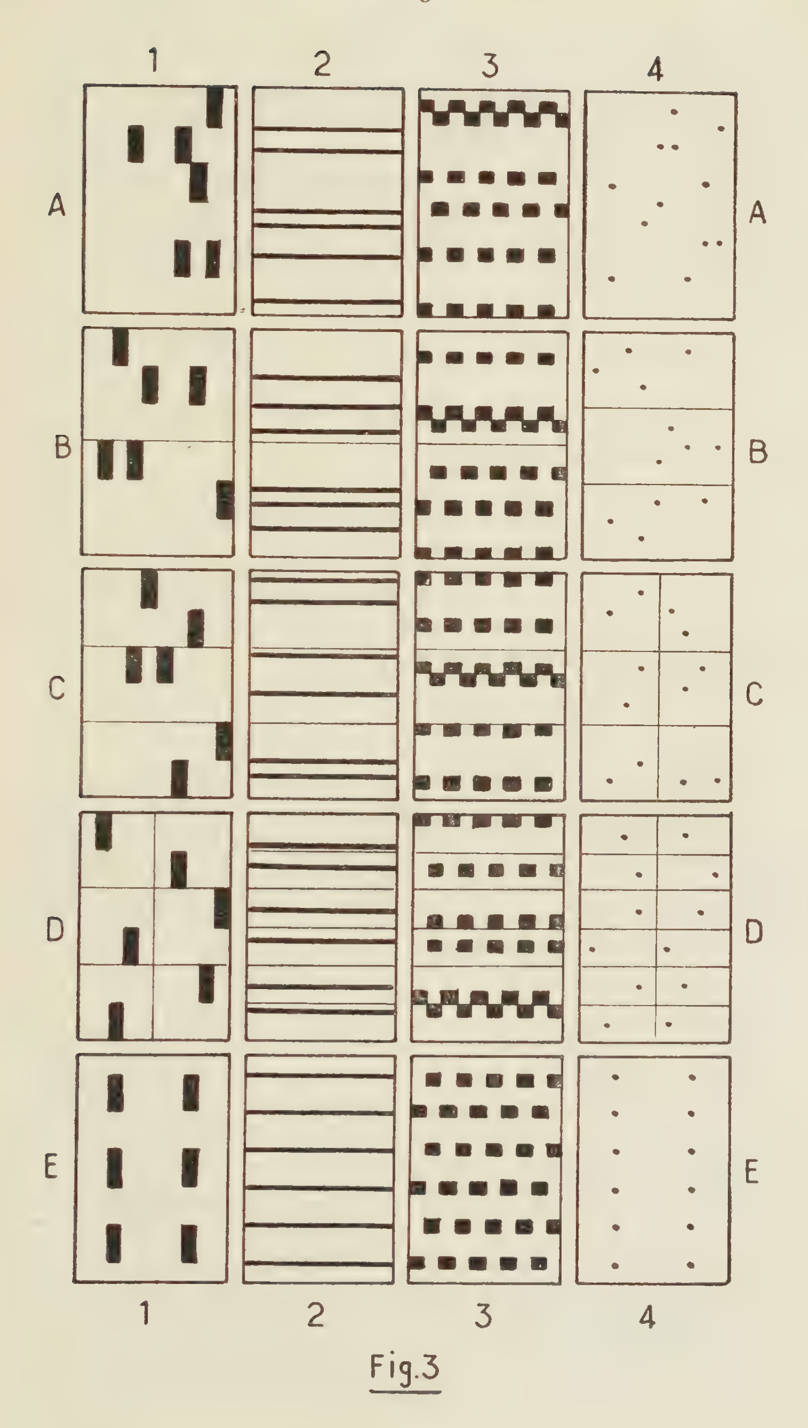


Fig.3

b. Méthodes aléatoires (Random sample).

La localisation des unités d'échantillonnage dépend au moins en partie du hasard, c'est-à-dire d'un événement aléatoire indépendant des facteurs à étudier (KENDALL, 1947). Cet événement aléatoire peut consister en un ou plusieurs jets de dés, ou en un tirage de cartes ; on peut aussi utiliser des tables de nombres préalablement choisis au hasard (FISHER et YATES, 1953 — KENDALL, 1947).

Échantillonnage strictement au hasard (Unrestricted random sample) :

Chaque unité d'échantillonnage a autant de chances de se trouver en chaque point de la forêt.

Échantillonnage stratifié (Restricted or stratified random sample) :

La surface à échantillonner est divisée en un certain nombre de blocs dans chacun desquels une ou plusieurs unités d'échantillonnage sont localisées strictement au hasard.

c. Valeur des méthodes objectives.

Condition d'exactitude.

Contrairement à ce qu'il pourrait sembler à première vue, l'échantillonnage systématique ne garantit pas l'exactitude de l'estimation. Considérons par exemple une forêt de richesse ou de productivité croissante du Nord vers le Sud (Fig. 4, p. 130) : l'échantillon constitué des bandes 1, 5, 9 et 13 est systématiquement plus riche que l'échantillon constitué des bandes 3, 7, 11 et 15, par exemple.

L'erreur systématique provient du fait que le facteur étudié (richesse du peuplement) est en relation avec le critère systématique (direction N-S) utilisé pour localiser les bandes. L'échantillonnage systématique ne serait pas affecté d'un biais (erreur systématique) si l'indépendance de ces deux facteurs était assurée.

Dans l'ensemble de plusieurs échantillons, l'erreur n'est pas systématique si on tire au sort la position de la première bande. Mais, de toute façon, la précision de l'estimation est très inférieure à la précision de l'estimation obtenue dans les mêmes conditions à partir de bandes perpendiculaires (direction E-W).

Les échantillons aléatoires choisis suivant un schéma correct donnent toujours des estimations non biaisées.

Condition de précision.

Cette condition peut être scindée en deux parties :

1° nécessité d'obtenir un résultat suffisamment précis ;
2° nécessité de pouvoir estimer la précision obtenue.

Par définition, la *précision d'un résultat* obtenu par échantillonnage est égale à l'inverse de la variance de ce résultat.

Soient $X_1, X_2, \ldots, X_n$ les résultats obtenus à partir de n échantillons différents. La variance estimée s^2_X du résultat est

$$s^2_X = \frac{(X_1 - X.)^2 + (X_2 - X.)^2 + \ldots + (X_n - X.)^2}{n - 1}$$

$$\text{si } X. = \frac{X_1 + X_2 + \ldots + X_n}{n}.$$

La précision est $p = \frac{1}{s^2_X}$.

Par définition également, l'*efficience relative de deux méthodes* est le rapport de leurs précisions, exprimé en %.

En utilisant la formule donnée ci-dessus, il est possible de déterminer la précision d'une méthode d'échantillonnage en fonction des résultats obtenus à partir de n échantillons, n étant supérieur ou égal à 2. Une meilleure estimation de la précision peut être calculée en utilisant les résultats d'un comptage individuel complet : on connaît alors la vraie valeur de X, dont les valeurs X_1, X_2, ..., X_n et X. sont des estimations, et il suffit de remplacer X. par sa vraie valeur dans la première formule.

Dans certains cas, la précision peut être estimée à partir d'un seul échantillon :

1° Dans le cas d'*échantillons choisis strictement au hasard*, si s^2_x est la variance entre unités d'échantillonnage, la variance estimée s^2_X du résultat obtenu à partir de n unités est :

$s^2_X = \frac{s^2_x}{n}$ (1-f), f étant l'intensité d'échantillonnage. (1-f) est un facteur correctif intervenant surtout pour les fortes intensités (YATES, 1946).

On a donc $px = \frac{1}{s_X^2} = \frac{n}{s_X^2(1-f)}$.

2° Dans le cas de l'*échantillonnage stratifié*, les unités sont choisies strictement au hasard à l'intérieur de chaque bloc et, pour chacun d'eux, la variance peut être estimée comme ci-dessus si on dispose de deux ou plusieurs unités d'échantillonnage par bloc. La variance du résultat de l'échantillonnage est égale à la moyenne des variances correspondant aux différents blocs, pondérées par la surface de ceux-ci s'ils sont de surfaces différentes.

3° Dans le cas de l'*échantillonnage stratifié avec une unité par bloc* et dans le cas de l'*échantillonnage systématique*, l'estimation de la variance et de la précision ne peut se faire comme dans les deux premiers cas, les différences entre unités d'échantillonnage n'étant pas aléatoires. Diverses méthodes d'estimation de la précision d'un échantillon systématique ont été proposées : nous nous contenterons d'exposer le principe de quelques-unes d'entre elles, décrites par YATES (1946 et 1948).

Première méthode : Une limite supérieure de l'erreur aléatoire peut être estimée à partir des différences entre deux ou plusieurs échantillons systématiques constitués d'unités voisines (HASEL, 1938). Le nombre de degrés de liberté de l'estimation est au maximum égal à l'inverse de l'intensité moins un. Cette méthode ne permet pas d'estimer la précision réellement atteinte ; la différence entre celle-ci et la limite supérieure calculée est plus importante lorsqu'il existe une tendance systématique et dans des forêts plus hétérogènes (FINNEY, 1947).

Exceptionnellement, cette limite supérieure peut être dépassée dans certaines conditions, lorsque le facteur étudié (richesse de la forêt par exemple) subit des variations périodiques. Un exemple de variations périodiques est extrait par FINNEY (1949) des données de GRIFFITH (1945-1946). La période est de 3,4 kilomètres environ.

Deuxième méthode : On prélève deux échantillons dont l'espacement entre les unités diffère légèrement. On dispose ainsi d'informations sur les différences entre des unités séparées par toute une gamme de distances.

Troisième méthode : L'estimation est basée sur un seul échantillon systématique. Au sein de celui-ci, on considère un certain nombre de groupes d'unités d'échantillonnage. La variance de l'estimation est calculée à partir de la variance entre ces groupes.

III. ÉTABLISSEMENT ET CHOIX D'UN PLAN D'ÉCHANTILLONNAGE

A. Choix d'un plan d'échantillonnage.

L'établissement d'un plan d'échantillonnage adapté à des conditions bien définies est chose particulièrement délicate. Aussi, le plus souvent, se contente-t-on de transposer dans des conditions analogues un plan qui s'est montré suffisamment efficient. Cette *transposition* est possible dans certaines limites ; elle est basée sur les confrontations suivantes :

1. *Confrontation des conditions d'application* de plans utilisés antérieurement et des conditions d'application dans la forêt considérée (1).

2. *Confrontation des résultats* obtenus antérieurement et des résultats escomptés pour la forêt considérée.

Parmi les différents plans envisagés, on choisira celui pour lequel ces comparaisons ont montré la plus grande analogie des conditions d'application et des résultats, pour autant que cette analogie soit suffisante. Éventuellement, on tentera d'évaluer l'importance des différences entre les anciennes et les nouvelles conditions d'application, et d'en entrevoir les conséquences possibles.

B. Établissement d'un plan d'échantillonnage.

L'établissement d'un plan d'échantillonnage n'est pas la création de toutes pièces d'un système nouveau ; au contraire, il comprend toujours une part d'adaptation de plans déjà utilisés à d'autres conditions d'application.

Le schéma suivant résume les différents points qu'il est indis-

---

(1) Par conditions d'application, nous entendons à la fois les conditions imposées par le milieu forestier et les conditions matérielles (financières et autres).

pensable d'envisager successivement pour établir un plan adéquat (KENDALL, 1947) :

1. Définition exacte du *peuplement* à étudier ;

2. Définition du *but* recherché ;

3. Définition exacte des *paramètres à estimer* (résultats à obtenir) pour pouvoir émettre des conclusions valables, et définition de la précision nécessaire (au moins un ordre de grandeur de la précision) ;

4. Étude des *connaissances déjà acquises* au sujet du peuplement, notamment au point de vue de l'hétérogénéité ; éventuellement, division en blocs et étude séparée des divers blocs ;

5. Si ces premiers renseignements font défaut, établissement d'une *expérience préliminaire* destinée à préciser les conditions de l'échantillonnage ;

6. Recherche et choix d'un plan expérimental efficient susceptible de donner :

a. soit une certaine *précision*, c'est-à-dire une erreur aléatoire inférieure à l'erreur admissible (prépondérance des résultats recherchés) ;

b. soit une *erreur minimum*, considérant les conditions d'application (prépondérance des facteurs matériels).

Cette recherche d'un plan expérimental comprend deux aspects :

a. Le choix d'une méthode (systématique ou aléatoire ; par surfaces ou par points ; etc.) ;

b. L'application de la méthode choisie aux conditions pratiques (détermination du nombre d'unités d'échantillonnage, de leur forme, de leur étendue, etc.).

1. *Choix d'une méthode d'échantillonnage.*

a. Échantillonnage par points ou par surfaces.

Il semble qu'aucune base scientifique ne préside aux choix entre ces deux groupes de méthodes. L'échantillonnage par points est plus récent et moins connu ; en conséquence, il nécessite généralement une étude préparatoire plus longue. Cet inconvénient est souvent compensé par la rapidité d'application des méthodes par points. L'échantillonnage par surfaces est plus *classique*, et la transposition d'une méthode adéquate est plus souvent praticable.

b. Échantillonnage par parcelles, par bandes ou par lignes de parcelles.

Les inconvénients des méthodes par parcelles, relativement aux méthodes par bandes et par lignes de parcelles, sont : la difficulté de localiser les parcelles, le parcours parfois très long à effectuer pour atteindre certaines parcelles et, en forêt dense, la nécessité d'ouvrir des sentiers longs et irréguliers. D'autre part, les méthodes par bandes et par lignes de parcelles constituent une excellente base d'étude des régions prospectées (étude topographique, cartographie, etc). Dans les forêts facilement accessibles et de surfaces relativement petites, les parcelles possèdent de grands avantages : leur délimitation est plus aisée, la longueur des côtés est plus faible et, de ce fait, le problème de l'inclusion ou de l'exclusion des arbres situés sur les limites se pose relativement moins souvent ; d'autre part, il est possible d'y travailler seul ou par équipes moins nombreuses.

Les méthodes par bandes et par parcelles donnent des estimations de précisions sensiblement égales (Belya, 1931-Goodspeed, 1934). Les lignes de parcelles sont plus efficaces que les bandes (Cain, 1935), mais aussi plus coûteuses à inventorier.

Il apparaît donc que les méthodes par bandes et par lignes de parcelles conviennent à la prospection proprement dite, tandis que les méthodes par parcelles sont adaptées aux inventaires.

c. Échantillonnage systématique, stratifié ou strictement au hasard.

1° *Précision.*

Comme nous l'avons vu, l'échantillonnage systématique et l'échantillonnage stratifié avec une unité d'échantillonnage par bloc ne permettent pas la détermination exacte de la précision. Cependant, on sait qu'à intensité égale, la précision diminue notablement lorsque l'on passe de ces deux types d'échantillonnage à la stratification avec deux unités par bloc, à la stratification avec plusieurs unités par bloc et, finalement, à l'échantillonnage purement au hasard. Il faut donc chercher un compromis entre les méthodes donnant un résultat plus précis, mais dont la précision n'est pas exactement connue, et les méthodes donnant un résultat moins précis, mais dont la précision peut facilement être estimée. Le forestier hésitera finalement entre deux méthodes : l'échantillonnage stratifié avec deux unités par bloc (méthode la plus précise parmi celles dont la précision est connue) et l'échantillonnage systématique (la précision étant alors plus grande, sans être connue).

Pour que l'échantillonnage systématique donne son maximum de précision, il faut localiser au hasard la première unité, et faire intervenir un facteur correctif dépendant de sa position, en pondérant les valeurs des unités extrêmes (YATES, 1948). Dans ces conditions et à intensité égale, le gain de précision par rapport à l'échantillonnage stratifié avec une unité par bloc semble être du même ordre de grandeur que le gain de précision obtenu lorsque l'on double le nombre de blocs, en gardant le même nombre total d'unités (HASEL, 1938-YATES, 1948). La différence de précision entre l'échantillonnage systématique et l'échantillonnage au hasard est plus grande dans des forêts plus hétérogènes (FINNEY, 1947).

2° *Exactitude.*

Il ne faut pas oublier que l'échantillonnage systématique peut provoquer une erreur systématique, inexistante pour l'échantillonnage stratifié même à une unité par bloc. Les variations périodiques mises en évidence par FINNEY (1949) provoquent une supériorité de l'échantillonnage stratifié sur l'échantillonnage systématique lorsque l'espacement des bandes correspond à la période ou à un multiple de la période.

3° *Quelques exemples.*

Les exemples décrits ci-dessous ont été étudiés par FINNEY (1948). Ils sont repris respectivement des publications de GRIFFITH (1945-1946) et de HASEL (1938).

Forêt de Mount Stuart (Indes).
Tropical deciduous forest.
Surface considérée : 3.000 hectares (1).
Échantillonnage par bandes (largeur : 60 mètres).
Unité d'échantillonnage : 60 ares.
Paramètre estimé : volume total exploitable.

Le tableau I de la page 123 donne pour trois intensités différentes et aux seuils 5% et 1%, l'*intervalle de sécurité* exprimé en % de la valeur estimée. Rappelons que l'*erreur moyenne* est approximativement trois fois inférieure à l'intervalle de sécurité correspondant au seuil 5%. On voit par exemple au tableau I que, par un échantillonnage systématique d'une intensité de 1/10, le volu-

(1) Les mesures métriques de longueur et de superficie, calculées à partir des systèmes anglo-saxons, sont approximatives.

me exploitable est estimé au seuil 5% avec un intervalle de sécurité de 6.9%, soit avec une erreur moyenne de 2,3% (1).

TABLEAU I.

Intensités	1/5		1/10		1/20	
Seuils de signification	5 %	1 %	5 %	1 %	5 %	1 %
Échant. 1	9.4	12.4	14.2	18.6	20.6	27.1
2	4.8	6.3	8.1	10.7	13.4	17.6
3	4.3	5.6	7.3	9.5	11.9	15.7
4	4.0	5.2	6.9	9.1	11.7	15.4

Échant. 1 : Échantillonnage strictement au hasard.
2 : Échantillonnage stratifié avec deux unités par bloc.
3 : Échantillonnage stratifié avec une unité par bloc.
4 : Échantillonnage systématique.

Forêt de Black Mountain (Californie).
Pineraie (*Pinus ponderosa* et *P. Jeffreyi*).
Surface considérée : 2.300 hectares.
Échantillonnage par bandes (largeur : 50 mètres).
Unité d'échantillonnage : 1 hectare.
Paramètre estimé : volume total des arbres de diamètre supérieur à un pied.

La tableau II donne les différentes valeurs de l'intervalle de sécurité.

TABLEAU II.

Intensités	1/8		1/16		1/32	
Seuils de signification	5 %	1 %	5 %	1 %	5 %	1 %
Échant. 1	7.3	9.5	10.6	14.0	15.3	20.1
2	4.9	6.4	8.0	10.6	12.8	16.8
3	4.5	6.0	7.3	9.5	11.3	14.9
4	4.0	5.3	6.8	9.0	11.4	15.0

(1) Soulignons le fait que cette erreur moyenne est la différence moyenne entre le résultat obtenu par échantillonnage et le résultat obtenu par dénombrement complet. Elle ne préjuge en rien des différences entre le volume estimé et le volume réel du peuplement (erreurs dues aux méthodes de cubage).

4° *Conclusions et remarques.*

1. L'échantillonnage systématique paraît le plus simple et est d'ailleurs le plus fréquemment utilisé. Sa plus grande précision et son application plus rapide en font le système généralement adopté lorsqu'une estimation de l'erreur ne doit pas être recherchée (transposition d'une méthode adéquate). D'autre part, sur de grandes étendues, le gain de temps qui résulte de son utilisation compense largement les inconvénients d'une étude complémentaire destinée à estimer la précision (YATES, 1946 et 1948).

2. Les méthodes aléatoires, principalement par stratification, sont utilisées pour l'étude de peuplements mal connus et lors de l'application d'une méthode nouvelle.

3. Notons en outre que l'échantillonnage systématique facilite surtout l'utilisation des parcelles : la localisation en est rendue plus aisée, d'autant plus que l'on augmente le nombre de parcelles dans les alignements parcourus et l'écartement entre ceux-ci.

2. *Application aux conditions pratiques.*

a. *Échantillonnage par parcelles.*

1° *Forme et orientation.*

Les parcelles rondes de petite surface (quelques ares) sont très maniables et peuvent être délimitées aisément à l'aide d'instruments simples (BITTERLICH, 1952-UBBINK, 1947) ; plus étendues, elles deviennent plus difficilement utilisables. Les parcelles carrées donnent, à surface et intensité égales, une précision maximum, sauf s'il existe une variation marquée des caractères étudiés selon une direction. Dans ce cas, les parcelles rectangulaires allongées parallèlement à cette direction sont plus efficientes (BORMANN, 1953-FINNEY, 1947).

2° *Surface de l'unité d'échantillonnage.*

A intensité constante, la précision augmente jusqu'à une certaine limite lorsque la surface de l'unité d'échantillonnage diminue. Mais il apparaît rapidement que des surfaces plus petites sont relativement plus coûteuses à inventorier. De cette dernière observation, purement économique, on déduit approximativement la surface la plus petite pratiquement utilisable. Cette surface minimum dépend du peuplement à prospecter (composition, structure et âge).

3° *Intensité et nombre d'unités d'échantillonnage.*

Ces deux facteurs sont déterminés simultanément, une fois connue la surface de l'unité. La variance entre unités d'échantillonnage est calculée à partir des résultats de l'expérience préliminaire ou par transposition. Sachant que pour des unités de surface donnée la précision augmente proportionnellement au nombre d'unités (1), on augmente celui-ci jusqu'à ce que la *précision minimum imposée* soit atteinte. Inversément, si le point de vue économique est prépondérant, on détermine le nombre d'unités qu'il est possible d'implanter sur le terrain sans dépasser un *prix de revient maximum imposé*, et ensuite, on calcule la précision du plan d'échantillonnage ainsi établi. Une méthode intermédiaire entre les deux précédentes fait intervenir simultanément le prix de revient et la précision : comme dans le premier cas, on augmente le nombre d'unités, mais seulement jusqu'à ce qu'une nouvelle augmentation du nombre d'unités (et donc du prix de revient) ne soit plus compensée par une augmentation suffisante de la précision.

4° *Utilisation de formules.*

La détermination du nombre N, de la surface a des unités et de l'intensité d'échantillonnage P (en %) peut se faire globalement à l'aide de formules. Ces différentes caractéristiques du plan expérimental sont calculées en fonction de la surface totale A, d'un coefficient h dépendant de l'hétérogénéité de la forêt et de la précision recherchée e (exprimée en valeur décimale) (2). Pour l'échantillonnage systématique par parcelles carrées, dans les forêts résineuses du nord et dans les forêts mélangées du centre des États-Unis, BARTON et STOTT (1946) appliquent les formules de GEVORKIANTZ et DUERR.

$$P = \frac{100\ ah}{Ae^2 + ah} \quad \text{et} \quad N = \frac{Ah}{Ae^2 + ah}$$

MEYER (1949) propose une *relation plus générale* applicable à toutes les méthodes d'échantillonnage :

$Ae^2 = h'^2 g_p$ où h′ est le coefficient de variabilité entre

(1) Si on néglige la correction $(1 - f)$ dépendant de l'intensité d'échantillonnage (Cf. page 117).

(2) Il s'agit ici d'une autre expression de la précision. La valeur est le rapport de l'écart-type de l'estimation à la valeur de l'estimation elle-même, multiplié par deux $\left(e = \frac{2s_X}{X}\right)$. Cette valeur correspond à l'intervalle de sécurité, au seuil 5%.

unités d'échantillonnage de 1 acre (40 ares) et g_P une fonction de P. On a approximativement $g_P = \frac{c}{P}$, c étant une constante dépendant des unités utilisées. De telle sorte que $Ae^2 = \frac{ch'^2}{P}$.

MEYER donne les valeurs de e pour trois coefficients de variabilité (de 15 à 60%), huit surfaces totales différentes (de 20 à 4.000 hectares) et six intensités différentes (de 1 à 30%).

5° *Taille et forme des blocs.*

Dans le cas de l'échantillonnage stratifié, il est nécessaire de déterminer la taille et la forme des blocs. Pour que l'augmentation de précision apportée par la stratification soit réellement intéressante, il faut que l'hétérogénéité soit réduite au minimum à l'intérieur des blocs. Dans ce but, s'il existe une tendance systématique dans l'ensemble du peuplement, on choisira des blocs rectangulaires allongés perpendiculairement à la direction de la tendance. Sinon, les blocs carrés et rectangulaires seront également efficients. De toute façon, la précision de l'estimation augmente lorsque la surface des blocs diminue (HASEL, 1938).

b. Échantillonnage par bandes et par lignes de parcelles.

Nous avons étudié d'une manière assez approfondie la détermination d'un plan d'échantillonnage par parcelles. Les mêmes principes sont applicables à l'échantillonnage par bandes et par lignes de parcelles. Nous ne considérerons donc que quelques points particuliers.

1° *Largeur des bandes.*

La largeur des bandes est déterminée selon les mêmes principes que la surface des parcelles.

2° *Forme et surface des petites parcelles.*

Rappelons que les petites parcelles constituent en fait des unités de comptage. Leur forme et leur surface sont déterminées comme pour les méthodes par parcelles. Leur nombre est déterminé en fonction du rapport de la surface de l'unité d'échantillonnage à la surface de l'unité de comptage.

3° *Orientation des bandes et des lignes de parcelles.*

Les bandes et les lignes de parcelles sont disposées parallèlement

aux tendances systématiques qui pourraient exister : on élimine ainsi ou on diminue fortement la variation systématique, en la faisant agir à l'intérieur de chaque unité d'échantillonnage.

IV. L'UTILISATION DES MÉTHODES MODERNES DE PROSPECTION

Le dernier chapitre est destiné à montrer l'importance actuelle et à venir de la prospection par échantillonnage. Les différentes techniques ont été appliquées dans de très nombreux pays : nous ne citerons que certaines réalisations importantes. Quelques exemples particulièrement dignes d'intérêt serviront d'illustration.

A. Régions tropicales.

Les méthodes de prospection par dénombrement partiel sont pratiquement indispensables à l'étude relativement rapide des immenses étendues forestières et non forestières des régions tropicales.

1. *Asie et Indonésie.*

Aux *Indes*, l'Institut de Recherches forestières de Dehra Dun s'occupe de prospection depuis 1929. Une Division de Statistique y a été créée en 1947. D'après Griffith (1945-1946), l'échantillonnage est quatre fois plus rapide et trois fois moins coûteux que le dénombrement complet, tout en assurant une précision suffisante. En forêt caducifoliée humide, la prospection par bandes devrait s'étendre sur 2,5 à 5% de la surface totale, avec au moins quatre unités d'échantillonnage par kilomètre carré. On pourrait ainsi atteindre un intervalle de sécurité de 12% de la valeur estimée au seuil 5%, soit une erreur moyenne de 4% de la valeur estimée.

En forêt sempervirente et dans les pineraies de *Pinus longifolia*, l'intensité devrait être doublée et le nombre des unités porté à plus de dix par kilomètre carré (Griffith, 1945-1946).

Des prospections ont également été réalisées en Indonésie, notamment à *Java* et *Bornéo* (Dommergues, 1952).

2. *Afrique.*

Parmi les colonies et les états africains, le *Congo belge* nous intéresse tout spécialement.

Donis et Maudoux ont prospecté les forêts denses du Mayumbe

afin d'en étudier les possibilités de conversion en futaie régulière, par *uniformisation par le haut* (DONIS et MAUDOUX, 1951-DONIS, 1954). La prospection du peuplement s'étend sur 10% de la surface, par bandes de 10 mètres de largeur, espacées de 100 mètres d'axe en axe. L'inventaire porte sur toutes les tiges de plus de 4 mètres de hauteur ou de plus de 20 centimètres de circonférence. Dans chaque bande, une parcelle d'un are est délimitée tous les 100 mètres, afin d'y étudier la végétation herbacée et lianeuse et la régénération. Les bandes servent de base d'étude générale de la forêt : sol, sous-sol, topographie (pente et exposition, pistes des indigènes, cours d'eau, etc). Les différentes unités sont localisées de manière permanente par des fossés : on peut ainsi suivre l'évolution du peuplement et du sous-bois (composition et densité) sous l'influence des opérations de conversion. Parallèlement, des mesures de luminosité sont effectuées dans les parcelles afin d'y déterminer les possibilités de régénération.

Le développement de la *photogrammétrie* permet d'envisager pour l'avenir l'utilisation de méthodes mixtes basées à la fois sur des données recueillies au sol et par photographie aérienne. Au premier décembre 1954, 585.000 kilomètres carrés, soit environ 25% de la surface totale, avaient été photographiés par les soins de l'Institut géographique du Congo belge. Une nouvelle tranche de 100.000 kilomètres carrés devait être terminée avant le premier mars 1955.

B. RÉGIONS TEMPÉRÉES.

1. *États-Unis d'Amérique.*

Aux *États-Unis,* la prospection est entreprise sur d'immenses étendues forestières. La méthode courante consiste en un échantillonnage de 5%, par bandes de 10 mètres environ (0,5 chain) espacées de 200 mètres (10 chains). Les unités d'échantillonnage ont une étendue de 8 à 10 ares.

Dans le nord-est des États-Unis, la prospection est basée sur un échantillonnage stratifié mixte : la délimitation des blocs est faite d'après des photos aériennes suivant différentes méthodes (BICKFORD, 1952).

Dans les pineraies de Californie, HASEL (1938) a montré qu'un échantillonnage d'intensité égale à 3%, peut donner une estimation dont l'erreur moyenne est inférieure à 4%.

COTTAM et CURTISS (1949) ont décrit un méthode rapide d'inventaire de la forêt feuillue américaine. Dans le Wisconsin, elle a notamment été appliquée à la forêt de chêne-hickory et de hêtre-érable. Cette méthode est exposée en annexe à titre d'exemple.

2. *Europe.*

La prospection des grands massifs forestiers européens est généralement effectuée par échantillonnage, notamment en *Russie*, en *Finlande*, en *Norvège*, en *Suède*, en *Allemagne* (Rev. for. franç., 5, 8, 1953). ECKERT (1951) insiste sur l'importance des méthodes statistiques et de leurs applications en Europe centrale.

En *Europe occidentale*, la méthode des places d'essai est la seule méthode généralement utilisée au cours de recherches quantitatives concernant les peuplements forestiers. L'aménagement des forêts est basé sur des observations relativement rapides (parcellaire ordinaire) et sur des inventaires du matériel délivré, ou sur des comptages complets (méthode du contrôle par les courbes). Des méthodes rapides d'estimation de la richesse ou de la productivité pourraient être appliquées, telles par exemple les méthodes de KOHLER (1951) ou de BAUERSACHS (1942).

KOHLER envisage dans le Waldeck (Prusse) le cas de hêtraies de classes III et IV, âgées de 125 à 140 ans. Pour des diamètres de 27 à 37 centimètres, et pour des distances moyennes entre arbres voisins D de 4,4 à 9 mètres (1), le volume V par hectare est donné par la relation suivante :

$$V = 0{,}7854 \frac{d^2}{D^3} (2{,}082\ d + 8{,}675\ D + 43{,}076).$$

Si on appelle A_1, A_2, A_3,... les distances de l'arbre A aux arbres voisins en commençant par le plus rapproché, la moyenne de $\frac{A_2 + A_3}{2}$ est, dans les forêts considérées, une estimation valable de la distance moyenne entre arbres (Fig. 5).

L'erreur moyenne de l'estimation obtenue à partir de 50 mensurations est de 4%.

Dans d'autres conditions, BAUERSACHS propose une relation plus simple : $V = 0{,}85 \frac{v}{D^2}$ où v est le volume moyen de l'arbre-échantillon (méthode par points). D est égal à la valeur moyenne de la distance d'un arbre au second arbre le plus proche (moyenne de la valeur A_2 définie ci-dessus).

Une *méthode plus générale* d'échantillonnage par pieds d'arbre a été mise au point par BITTERLICH et a été récemment utilisée par

---

(1) Par définition, la distance moyenne entre arbres est la distance théorique qui séparerait les arbres voisins s'ils étaient répartis tout à fait régulièrement sur le terrain (Fig. 6).

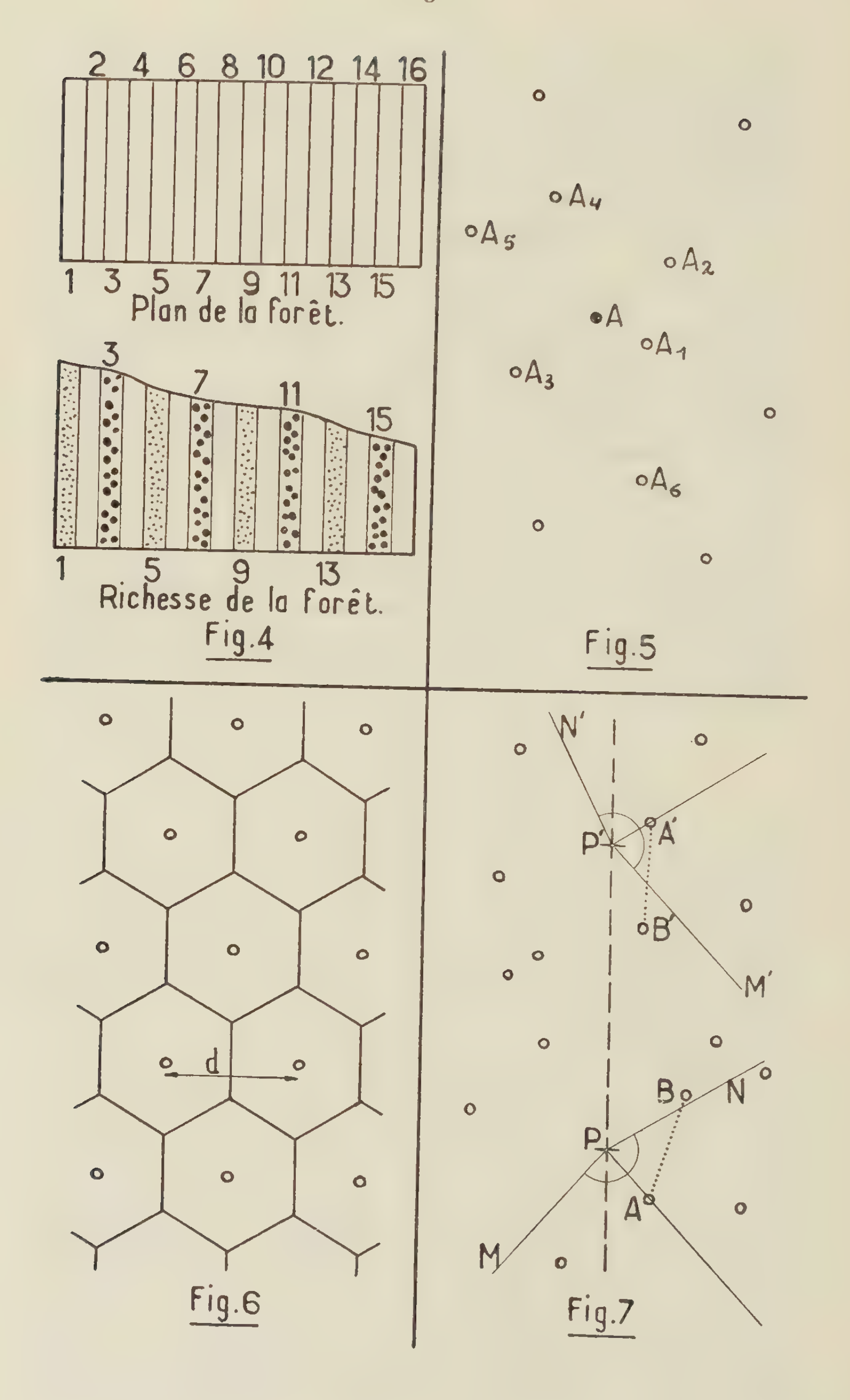


Fig. 4

Fig. 5

Fig. 6

Fig. 7

de nombreux forestiers : grâce à un appareil simple, il est possible d'estimer, dans de bonnes conditions d'exactitude et de précision, soit la surface terrière soit le volume du peuplement, à partir de données sur la grosseur et l'espacement des bois (BARRAULT, 1955-BITTERLICH, 1952-REGINSTER, 1955).

CONCLUSIONS.

1. Le problème de l'échantillonnage est très général. Les principes énoncés pour l'application aux peuplements forestiers restent valables dans tous les cas d'échantillonnage, en particulier pour toutes les études de végétation (écologie et phytosociologie quantitatives).

2. L'échantillonnage soulève de *nombreux problèmes annexes* intéressants à développer, notamment : influence des lisières et des arbres placés à la limite des surfaces à inventorier sur l'exactitude de l'échantillonnage (les erreurs systématiques dues à ces facteurs sont d'autant plus grandes que l'intensité de l'échantillonnage est plus faible) ; utilisation de parcelles de tailles différentes suivant la grosseur des bois ; utilisation d'intensités différentes dans les différents blocs (suivant l'hétérogénéité de ceux-ci).

3. L'exposé fait ci-dessus souligne la nécessité de savoir déterminer lors d'un travail d'échantillonnage la *valeur des résultats obtenus*, c'est-à-dire leur exactitude et leur précision. Dans ce but, il faut tout d'abord choisir une méthode permettant d'estimer ces qualités, soit par calcul (méthode nouvelle), soit par analogie (transposition d'une méthode connue). Ensuite, lors de l'application de la méthode, il faut établir des conventions suffisamment précises, principalement en ce qui concerne la localisation et la délimitation des unités d'échantillonnage. Enfin, il faut veiller à toujours respecter strictement ces conventions.

4. Moyennant ces précautions, l'échantillonnage forestier constitue une remarquable méthode de travail, susceptible d'être utilisée dans de nombreux travaux de recherche ou de sylviculture pratique. Son intérêt est évident pour la prospection des forêts congolaises et même pour l'inventaire des forêts belges.

ANNEXE

Méthode de Cottam *et* Curtiss (Cf. page 128).

1° *Principe.*

On suppose que, quoique disposés d'une façon quelconque dans la forêt, les arbres occupent des surfaces hexagonales régulières (Fig. 6). Le couvert S d'un arbre est égal, dans ces conditions, à 0,8661 fois le carré de la distance d séparant deux arbres :

$$S = 0{,}8661 \ d^2$$

Si n est le nombre de pieds par hectare et si S est exprimé en ares, on a $nS = 100$. Il existe donc une relation simple entre la distance théorique séparant les arbres voisins (distance moyenne) et le nombre de pieds par hectare.

La distance moyenne peut être estimée sans difficulté. Pour cela, rendons-nous en un certain nombre de points de la forêt, parfaitement localisés, et effectuons-y les opérations suivantes (Fig. 7) :

1. Détermination de l'arbre A le plus proche du point considéré P ;

2. Détermination de l'alignement AP et, de part et d'autre de celui-ci, des alignements PM et PN formant avec AP un angle de 80° ;

3. Détermination de l'arbre B le plus proche de A mais extérieur à l'angle MPN (160°) ;

4. Mesure de la distance AB.

La moyenne des distances AB, A′B′, A″B″,... mesurées à proximité des différents points préalablement localisés, donne une estimation de la distance théorique d.

2° *Démonstration.*

D'une manière plus générale, soit a l'angle mesuré de part et d'autre de AP.

Si a = 0°, AB est la distance minimum entre deux arbres. La moyenne de AB est inférieure à d.

Si a augmente, AB augmente. La moyenne de AB augmente en même temps que a, et devient supérieure à d.

Il suffit de déterminer, au cours d'une expérience préliminaire, la valeur de a telle que la moyenne de AB soit égale à d. Dans le cas envisagé par Cottam et Curtiss, cette valeur est égale à 80°.

BIBLIOGRAPHIE

Notice bibliographique.

Les applications forestières de l'échantillonnage sont étudiées d'une manière générale par Dommergues (1952), Eckert (1951), Finney (1947), ainsi que dans le numéro d'août 1953 de la Revue forestière française. Bruce et Schumacher (1950) et Belya (1931) s'y intéressent dans leurs livres consacrés à l'étude quantitative des arbres et des forêts. Le point de vue mathématique de l'échantillonnage est envisagé par Kendall, (1947) et Yates (1946). L'estimation de la précision d'un échantillonnage systématique est étudiée par Bourdeau (1953), Finney (1948), Hasel (1938) et Yates (1946 et 1948).

L'index bibliographique suivant est loin d'être complet ; il réunit seulement un certain nombre de publications intéressantes choisies parmi d'autres.

Index bibliographique.

BARRAULT, P., 1955 — *Essai d'application de l'appareil de Bitterlich.* — Rev. for. franç., 7, 949-952.

BARTON, W. W. et STOTT, C. B., 1946 — *Simplified guide to intensity of cruise.* — Journ. For., 44, 750-754.

BAUERSACHS, E., 1942 — *Bestandesmassenaufnahme nach dem Mittelstammverfahren des zweitkleinsten Stammabstandes.* — Forstwiss. Cbl., 64, 182-186.

BELYA, H. C., 1931 — *Forest mensuration.* — Wiley and Sons, New-York.

BICKFORD, C. A., 1952 — *The sampling design used in the forest survey of the northeast.* — Journ. For., 50, 290-293.

BITTERLICH, W., 1952 — *Die Winkelzählprobe.* — Zentrallbl. f. d. ges. Forst- u. Holzwirt. 71, 191-205.

BORMANN, F. H., 1953 — *The statistical efficiency of plot size and shape in forest ecology.* — Ecol. 34, 474-487.

BOURDEAU, P. F., 1953 — *A test of random versus systematic ecological sampling.* — Ecol., 34, 499-512.

BRUCE, D. et SCHUMACHER, F. X., 1950 — *Forest mensuration.* — Mc Graw Hill., 3e éd.

CAIN, S. A., 1935 — *Ecological studies of the vegetation of the Great Smoky Mountains. 2 : The quadrat method applied to sampling spruce and fir forest types.* — Amer. Midl. Nat., 16, 566-584.

COTTAM, G. et CURTISS, J. T., 1949 — *A method for making rapid survey of woodlands by means of pairs of randomly selected trees.* — Ecol., 30, 101-104.

DOMMERGUES, Y., 1952 — *La prospection des peuplements forestiers tropicaux par application des méthodes statistiques.* — Bois For. Trop., 23, 155-171.

DONIS, C., 1954 — *Sylviculture tropicale et exploitations forestières tropicales.* — Notes de cours, Gembloux.

DONIS, C. et MAUDOUX, E., 1951 — *Sur l'uniformisation par le haut. Une méthode de conversion des forêts sauvages.* — INÉAC, série scient., n° 51.

ECKERT, K. H., 1951 — *Untersuchungen über die Eignung und Anwendung statistischer Methoden als Hilfsmittel forstlicher Inventuren.* — Mitt. Bundesanst. Forst- u. Holzw., 24, 99 p.

FINNEY, D. J., 1947 — *Volume estimation of standing timber.* — Forestry, 21, 179-203.

FINNEY, D. J., 1948 — *Random and systematic sampling in timber surveys.* — Forestry, 22, 64-99.

FINNEY, D. J., 1949 — *An example of periodic variation in forest sampling.* — Forestry, 23, 96-111.

FISHER, R. A. et YATES, F., 1953 — *Statistical tables for biological, agricultural and medical research.* — Oliver and Boyd, Londres, 4e éd.

GOODSPEED, A., 1934 — *A modified plot method of timber cruising applicable in Southern New-England.* — Journ. For., 32, 43-46.

GRIFFITH, A. L., 1945-1946 — *The efficiency of enumerations.* — Ind. For. Leafl. (Silviculture), 83 à 89.

HASEL, A. A., 1938 — *Sampling error in timber surveys.* — Journ. Agric. Res., 57, 713-736.

HUMMEL, F. C., 1947 — *Bowmont Norway Spruce sample plots.* — Forestry, 21, 30-42.

KAUFMAN, C. M., WHITE, J. B. and MONROE, R. J., 1954 — *Growth of Pond pine in a Pocosin area.* — Journ. For., 52, 275-279.

KENDALL, M. G., 1947. — *The advanced theory of statistics.* — Griffin, Londres.

KOHLER, A., 1951 — *Vorratsermittlung in Buchenbeständen nach Stammdurchmesser und Stammabstand : eine Versuch, mit Hilfe eines Näherungsverfahrens den Holzvorrat zu bestimmen.* — Allg. Forst- u. Jagdzeit., 123, 69-74.

MEYER, H. A., 1949 — *Cruising intensity and accuracy of cruise.* — Journ. For., 47, 646-649.

REGINSTER, P., 1955 — *Une méthode pratique d'évaluation rapide de la surface terrière des peuplements forestiers.* — Bull. Soc. roy. for. Belg., 62, 159-165.

UBBINK, W. H., 1947 — *Nieuwe methode voor het uitzetten van proefvlakken.* — Ned. Bosb. Tijdschr., 19, 83-84.

WITCH C. L., HUMMEL, F. C., FINNEY, D. J. et SMITH., 1948/1949 —, *Replicated experiments.* — Forestry, 22, 113-117 et 23, 56-58.

YATES, P., 1946 — *A review of recent statistical developments in sampling and sampling surveys.* — Journ. Roy. Stat. Soc., 109, 12-43.

YATES, F., 1948 — *Systematic sampling.* — Philos. Trans. Roy. Soc. Lond. A, 241, 345-377.

Rev. for. franç., vol. 5, n° 8, 1953 — *La méthode statistique et ses applications en matière forestière.*

Rev. for. franç., vol. 5, n° 11, 1953. — *La photographie aérienne et ses applications forestières.*

La création d'une nouvelle race d'orge [1]

par

A. Moës,

Ingénieur agronome Gx.,
Chef de Travaux de la Station de Recherches pour l'Amélioration des Plantes de Grande Culture à Gembloux.
Associé du Fonds National de la Recherche Scientifique.

La création de nouvelles variétés d'orges est un problème qui intéresse autant la malterie et la brasserie que l'agriculture, car le travail exécuté dans ce domaine vise à accroître non seulement le rendement agricole mais également la qualité du grain récolté. En Belgique, l'amélioration de l'orge est poursuivie à la Station de Recherches de l'État pour l'Amélioration des Plantes de grande culture à Gembloux. Ce service, qui a été créé en 1913 à l'initiative de M. le Professeur Journée, commença ses recherches sur orges d'hiver en 1920 et sur orges de printemps en 1934. La station, actuellement dirigée par M. le professeur Larose, s'intéresse également à l'amélioration du froment, de l'avoine, du lin, du tabac, de la vesce, de la féverole.

En Belgique, divers autres services s'occupent également de l'amélioration des plantes : deux stations du Centre de Recherches Agronomique de l'État à Gand travaillent les plantes fourragères et les plantes ornementales ; la Station d'Amélioration de Héverlée, rattachée à l'Université de Louvain, étudie le froment, le seigle, le maïs, les plantes maraîchères ; l'Institut Belge pour l'Amélioration de la Betterave à Tirlemont a été créé par l'Industrie du Sucre ; il est partiellement subsidié par l'I.R.S.I.A. ; la Station d'Amélioration des plantes médicinales à Lessines est subventionnée par la Province et par l'I.R.S.I.A. ; l'Institut National Belge du Houblon, dont les stations se trouvent à Asse et à Poperinge, est subsidié par le Centre Technique et Scientifique de la Brasserie et Malterie (C.B.M.) et par l'I.R.S.I.A.

(1) Conférence donnée le 11 janvier dernier au Groupe de Bruxelles des Anciens de l'Institut des Fermentations de Gand.

La Station d'Amélioration des Plantes de grande culture à Gembloux est en relations suivies avec les institutions similaires des pays voisins ; elle échange du matériel végétal et des informations avec les stations d'amélioration du monde entier.

Durant de longues années, ses bureaux et laboratoires furent logés — à l'étroit — dans les locaux de l'Institut Agronomique ; c'est seulement en 1953 que la station fut dotée des bâtiments modernes qui étaient absolument indispensables à son bon fonctionnement en raison du développement qu'elle avait pris ; en effet, ses diverses sections n'occupent pas moins de cinquante personnes parmi lesquelles huit ingénieurs agronomes. Les terres de la station s'étendent sur une superficie de 36 ha. ; elles constituent une exploitation agricole qui revêt un caractère bien spécial parce que tout le travail est ordonné en vue de l'expérimentation. L'ensemble des terres est divisé en douze parcelles dans lesquelles on suit une rotation dont la base est quadriennale : betterave, avoine, froment, orge ; dans ce schéma, on peut supprimer une des céréales, intervertir leur ordre de succession, en remplacer une par du lin, remplacer la betterave par du trèfle, de la luzerne ou de la féverole. La rotation est combinée de telle sorte qu'une parcelle porte, sur toute son étendue, deux cultures uniformes avant que n'y soient établis des essais ; par exemple : en 1954, culture uniforme de betterave ; en 1955, emblavure d'une seule variété de froment ; en 1956, essais sur orge.

Au début d'un travail d'amélioration, il importe de déterminer les objectifs de sélection, d'examiner les attributs intéressants que possède l'espèce étudiée et ceux qui sont susceptibles d'être améliorés. Pour l'orge, on peut citer les objectifs suivants :

La résistance au froid : ce caractère intéresse spécialement les orges d'hiver, mais il est utile que les orges de printemps résistent aux périodes froides qui peuvent survenir lorsqu'elles ont été semées très tôt ;

La résistance aux maladies : dix maladies différentes s'attaquent à l'orge dans notre pays ; elles sont plus ou moins dommageables selon les conditions climatériques ; le problème de la création de variétés d'orges résistantes est compliqué parce que ces parasites présentent de nombreuses races physiologiques et une orge qui résiste, par exemple, à un type d'oïdium peut être sensible à une autre race de cette maladie ;

La résistance à la verse : cette caractéristique est très importante pour la facilité de la récolte ;

La résistance à la sécheresse : revêt chez l'orge de printemps une

signification particulière ; en année sèche, cette céréale peut souffrir d'un approvisionnement trop faible en eau ;

La précocité à la maturité : ne permet pas de mettre en culture des variétés plus tardives que la Lignée 456 de Gembloux dans les orges d'hiver et que Herta dans les orges de printemps, afin d'assurer une bonne succession dans les diverses récoltes qui s'effectuent à la ferme ;

Le rendement quantitatif : est déterminé par la capacité physiologique d'absorption et d'assimilation de la plante ; il s'extériorise par les caractères primaires de productivité : nombre d'épis par mètre carré, nombre de grains par épi, grosseur du grain ;

Le rendement qualitatif : porte sur les critères fondamentaux : teneur en balles, en protéines, en diastases, rendement en extrait.

Ces caractères sont déterminés par le patrimoine héréditaire mais ils sont fortement influencés par les conditions du milieu. Une même variété d'orge placée dans des milieux différents présentera des caractères différents mais, dans un même milieu, diverses variétés d'orges produiront des résultats différents. Il importe donc de créer des variétés qui donneront les rendements les plus élevés et les grains de meilleure qualité dans une contrée déterminée ou dans une zone de culture plus étendue.

Le premier travail exécuté par le sélectionneur est de prospecter soigneusement les cultures indigènes. La génétique des populations montre que dans une espèce comme l'orge où l'autofécondation est prédominante, les variétés locales sont des populations qui contiennent un taux élevé de plantes homozygotes différentes. La descendance d'une telle plante, après un nombre indéfini de générations, est composée d'individus identiques entre eux et semblables au type original : elle constitue une lignée pure. Dans une culture locale, on récolte un certain nombre de plantes dont on étudie séparément les descendances ; on élimine les descendances qui ne sont pas fixées et celles qui ne répondent pas aux objectifs de sélection et on peut ainsi à partir du mélange initial obtenir un grand nombre de lignées pures différentes. Cette méthode d'amélioration est dénommée : *sélection généalogique.*

Lorsque la station de Gembloux entreprit l'amélioration de l'orge d'hiver, elle recourut à cette méthode et sélectionna des lignées (Lignées 14, 66, 125, 185) dont la valeur était supérieure à celle des races locales dont elles étaient issues.

Au stade suivant, le sélectionneur réunit, dans une collection, les variétés indigènes, celles qui sont cultivées dans les pays voisins et, en général, toutes les lignées d'orge qui peuvent présenter

un intérêt pour l'amélioration. Notre collection comporte plus de 500 variétés ; chaque échantillon est semé au champ sur trois lignes de 1,50 m. distantes de 0,20 m., à raison de un épi par ligne. Ces diverses variétés peuvent être utilisées comme géniteurs dans la méthode *d'amélioration par croisement.* Comme la sélection généalogique est inopérante dans une lignée pure, puisque tous les individus qui la composent sont identiques, on va induire une nouvelle variabilité génétique par croisement ; par ce moyen, on met en jeu les phénomènes de disjonctions et on détermine l'apparition de combinaisons génétiques nouvelles. Le croisement est raisonné : les parents ne sont pas choisis au hasard mais en raison de la valeur spéciale de un ou de plusieurs de leurs caractères.

Pour cet exposé, j'ai pris comme exemple le croisement de deux orges de printemps bien connues : Balder et Piroline ; les descendances de cette hybridation sont d'ailleurs à l'étude à Gembloux.

Les caractères qui différencient ces deux variétés sont les suivants :

	Balder	Piroline
Résistance à l'oïdium	faible	élevée
Résistance à la rouille naine	moyenne	faible
Résistance à l'helminthosporiose	assez bonne	moyenne
Résistance à la verse	bonne	moyenne
Grosseur du grain	moyenne	assez grosse

Ces deux orges sont des lignées pures et le fait de choisir l'une ou l'autre de ces variétés comme parent femelle ou mâle n'a aucune importance, le résultat obtenu sera le même.

Les grains provenant du croisement sont semés au champ : par exemple 30 grains sur une lignée de 1,50 m. avec à gauche, à 0,20 m., une ligne de Balder, et à droite, une ligne de Piroline ; les plantes qui constituent la première génération hybride après croisement sont toutes identiques entre elles ; pour certains caractères, elles ressemblent à l'un des parents : elles sont aussi sensibles à l'oïdium que Balder ; pour d'autres caractères, elles ressemblent à l'autre parent ; pour d'autres caractères enfin, elles présentent un aspect intermédiaire ou plus accentué que les parents.

Tous les grains de la première génération sont récoltés et semés au champ, constituant ainsi la deuxième génération hybride. C'est au cours de ce stade que les facteurs héréditaires de Balder et de Piroline vont se combiner suivant des voies très diverses de façon à donner naissance à de nouvelles lignées ; à cause du nombre élevé des facteurs héréditaires qui interviennent, on peut dire que chaque plante possède un patrimoine héréditaire propre, différent de celui des autres plantes ; pour cette raison, chacune de celles-ci est examinée et récoltée séparément.

Un des objectifs les plus importants de ce croisement est la résistance à l'oïdium ; il est possible d'étudier facilement ce caractère en serre. Chaque plante récoltée porte environ 150 grains ; 30 sont semés en serre et infectés artificiellement par la maladie ; on peut ainsi déterminer les descendances sensibles qui constituent 75% du total et qui sont éliminées. Les descendances résistantes sont retenues et pour chacunes d'elles, on sème au champ trois lignes de 30 grains qui constituent la troisième génération après croisement.

Au champ, la sélection porte encore sur la résistance à la verse, la hauteur de paille, la précocité à la maturité, la résistance aux autres maladies du feuillage : la rouille naine et l'helminthosporiose ; 70% de descendances sont encore éliminées en se basant sur ces caractères.

A cause des générations subséquentes, le travail essentiel consiste à fixer les caractères physiologiques dont le déterminisme héréditaire est plus complexe et à amener les descendances hybrides à l'état de lignées pures par autofécondations naturelles successives.

Dans chaque descendance retenue au cours de la troisième génération, on récolte 10 épis qui sont égrenés et semés au champ chacun sur une ligne de 1,50 m. Dans la plus intéressante de ces 10 lignes, on récolte 10 épis et on suit un processus identique pendant au moins cinq générations au cours desquelles on élimine les descendances qui ne sont pas homogènes et celles qui ne répondent pas aux objectifs de sélection.

Lorsque la lignée est fixée — soit à partir de la huitième génération après croisement — on porte le nombre de lignées étudiées à 100 en récoltant 10 épis dans chacune des 10 lignes de la génération précédente.

Enfin, lorsque la nouvelle variété est lancée en culture, on porte le nombre de lignées en observation à 1.000 en reprenant 10 épis dans chacune des 100 lignes au stade précédent. Tant que la race d'orge sera cultivée, on en conservera la pureté par un procédé identique, c'est-à-dire la récolte de 10 épis dans 100 lignes différentes de façon à reconstituer, chaque année, un ensemble de 1.000 *lignes de contrôle.* Si pour une raison quelconque : mutation, croisement naturel ou mélange accidentel, on constate qu'une ligne diffère des autres, elle est éliminée.

Le nombre de lignées actuellement à l'étude dans les orges s'élève à 30.000 qui sont toutes égrenées séparément et semées à la main.

Parallèlement à ce travail de fixation, se poursuit l'étude du rendement qui débute lorsque les hybrides sont parvenus en quatrième ou cinquième génération. Pour 1955-1956, plus de 250 lignées nouvelles figurent dans les essais de rendement.

Au cours de la première année, les essais de rendement comportent, pour chaque variété, six parcelles de un mètre carré disposées suivant la méthode des blocs et semées à la main. Les études qui ont été faites à la station ont démontré que cette technique d'essai pouvait donner de bonnes informations sur le rendement tout en permettant l'examen simultané d'un grand nombre de lignées. Les orges dont le rendement est insuffisant sont éliminées ; celles qui se sont bien comportées au cours de cette première épreuve sont ensuite étudiées sur six parcelles de quatre mètres carrés disposées également suivant la méthode des blocs et semées à la main. Tous les types nouveaux demeurent dans ces essais durant deux ou trois ans afin d'observer leur comportement et leur rendement sous des conditions climatologiques différentes.

Les meilleures lignées passent enfin au dernier stade des essais qui est exécuté sur parcelles de 20 mètres carrés semées à la machine. Les nouvelles variétés sont toujours comparées à des témoins : *Lignée 456 de Gembloux* et *Manon*, s'il s'agit d'orges d'hiver ; *Herta* et *Piroline*, s'il s'agit d'orges de printemps.

Les parcelles sont récoltées, battues, pesées avec précision ; les grains sont envoyés au laboratoire qui effectue les analyses courantes : humidité, poids de l'hectolitre, poids de 1.000 grains, teneur en balles, teneur en protéines, rendement en extrait.

A partir d'un même croisement, on peut obtenir des variétés bien différentes ; en 1956, 38 lignées descendant du croisement Balder × Piroline figureront dans les essais de rendement. Le cas le plus intéressant que l'on rencontre est l'apparition de *formes transgressives* ; celles-ci sont supérieures, pour un ou plusieurs caractères, aux deux variétés qui ont été utilisées comme géniteurs. En suivant la technique d'essais décrite, on a détecté, au cours des années précédentes, dans d'autres croisements, plusieurs lignées nouvelles dont le rendement dépasse celui de leurs parents de 10 à 20%.

Lorsqu'une nouvelle lignée paraît intéressante dans le milieu de Gembloux, elle entre dans le cycle des essais extérieurs effectués par la Station dans diverses régions de Belgique : zone limoneuse, zone sablo-limoneuse, Condroz, Ardennes, afin de parfaire la connaissance que nous en avons.

Elle est ensuite soumise à la Commission d'Expérimentation et d'Inscription des Races du Ministère de l'Agriculture. Celle-ci contrôle la fixité, le comportement et le rendement au cours d'essais qui durent trois ans et qui sont établis dans une quinzaine de champs d'expériences répartis dans toutes les zones agricoles de Belgique. Cette épreuve existe, au même titre, pour les obtentions belges et les sélections étrangères. Quand une variété est admise par cette Commission, la Station peut la commercialiser par l'inter-

médiaire de sa Personnalité juridique qui est habilitée à exercer toutes les opérations de vente et d'achat.

Le maintien de la pureté d'une variété est assuré par le système des lignes de contrôle décrit antérieurement. Après la récolte des 1.000 épis indispensables pour la reconstitution des lignes de contrôle de l'année suivante, le restant de la parcelle est battu pour amorcer la multiplication des semences. Cette multiplication est effectuée en partie sur notre propre domaine mais également chez divers fermiers multiplicateurs ; en 1954-1955, l'étendue des multiplications de semences contrôlées par la station s'élevait à 332 ha.

Ces récoles sont battues et acheminées vers nos installations de conditionnement où elles sont triées et désinfectées ; ces graines qui sont dénommées : *semences élites,* sont vendues aux négociants-préparateurs agréés. Après une année de production, ces semences sont préparées par ces négociants et vendues aux fermiers sous l'étiquette : *semences originales.*

Le cycle est ainsi achevé depuis le croisement jusqu'à la culture, mais entretemps dix années au moins se sont écoulées.

Les résultats obtenus dans les orges d'hiver ont, en tout temps, placé les obtentions de la station au premier plan : la Lignée 456 est la variété la plus répandue actuellement ; elle sera bientôt concurrencée par une nouvelle création de la station : Manon dont le rendement s'élève à 50 quintaux par hectare alors que celui de la Lignée 456 est de 41 quintaux par hectare, dans les conditions de Gembloux.

En orges de printemps, les variétés que nous avons obtenues jusqu'à ce jour n'ont pas été jugées suffisamment intéressantes pour être mises sur le marché. Les races les plus productives sont des variétés étrangères ; celles-ci accusent au point de vue du rendement la progression suivante en région limoneuse :

Kenia : 33 qx/ha ;
Balder : 35,5 qx/ha ;
Herta : 38 qx/ha ;
Piroline : 40 qx/ha.

Des résultats moins spectaculaires mais aussi importants sont déjà atteints en ce qui concerne la qualité du grain : la diminution de la teneur en balles chez les orges d'hiver et les orges de printemps, l'accroissement de la teneur en extrait des orges d'hiver, l'augmentation de la grosseur du grain des orges de printemps.

* * *

Le schéma d'amélioration qui a été décrit est le plus simple ; il peut se compliquer en effectuant le recroisement d'une génération hybride quelconque par une des variétés parentales ou par une troisième variété ou encore par une lignée issue d'un autre croisement. Toutes ces modalités sont devenues classiques mais il existe également des méthodes nettement différentes pour accroître la variabilité génétique. La plus intéressante est assurément l'induction de mutations au moyen de radiations ionisantes et notamment des rayons X. Ceux-ci peuvent modifier le patrimoine héréditaire de façon définitive et donner naissance à des types mutants qui diffèrent de la race d'origine par un ou plusieurs caractères.

Les études dans ce domaine sont activement poursuivies à Gembloux ; la plupart des variations héréditaires obtenues au moyen de ce procédé n'ont qu'un intérêt scientifique mais quelques mutants induits à partir de Herta et de Piroline paraissent convenir pour l'amélioration de l'espèce ; ils figureront au cours de cette année dans des essais de rendement.

Cet aperçu démontre que la création de nouvelles variétés est l'aboutissement d'un travail systématique et continu ; pour obtenir des résultats tangibles, il est nécessaire de travailler sur un matériel végétal important ; les diverses expériences effectuées sur orges couvrent chaque année, à Gembloux, une superficie de trois hectares.

L'agriculture et la vie rurale en France au moyen âge

par

R. Georlette,
Ingénieur Agronome Gx.

I. LES SOURCES DE DOCUMENTATION

Mon intention est de signaler ci-dessous les principaux documents originaux dans lesquels l'historien pourra puiser les renseignements à mettre en œuvre — après choix et interprétation — dans une esquisse du régime rural de la France au moyen âge. La plus grande partie de cette information provient des seigneuries, tant laïques qu'ecclésiastiques. Ce n'est que tardivement, hélas, que les communautés paysannes ont rédigé et conservé leurs archives.

Le *Capitulare de villis* est un document d'une importance primordiale pour l'étude des pratiques agricoles en Occident au très haut moyen âge. Conservé à la bibliothèque de Wolfenbüttel, ce manuscrit contient également un autre texte : les *Brevium exempla ad describendas res ecclesiasticas et fiscales.*

Après le regretté Marc Bloch, on peut considérer le capitulaire *de villis* comme « une ordonnance de réforme » promulguée entre 770 et 813 par un souverain carolingien soucieux de mettre de l'ordre dans la gestion — devenue défectueuse — de ses domaines non concédés en bénéfice. Marc Bloch estimait que les données du *Capitulare de villis* étaient parfaitement utilisables pour l'étude de l'exploitation rurale dans l'ensemble de la monarchie franque. Fr. L. Ganshof, toutefois, incline à croire que les informations fournies par ce manuscrit valent surtout pour les régions comprises entre les Pyrénées et le Rhin.

Pour la fixation des traits agricoles du moyen âge, on ne pourrait omettre de compulser les *cartulaires*, recueils où sont transcrits *in extenso* les actes relatant l'histoire et fixant les titres de propriété d'une seigneurie laïque ainsi que les droits temporels d'un monastère, d'une église, etc.

Plusieurs cartulaires remontent au VIe siècle. Grégoire de Tours a signalé qu'on en rédigeait au VIIe siècle. Toutefois,

la plupart de ces documents ne nous apportent que des renseignements fragmentaires et des indications topographiques peu précises.

Les *polyptyques*, les *pouillés*, les *terriers* et les *censiers* ont permis d'élucider plusieurs problèmes que posait l'histoire du régime rural de la France au moyen âge.

Au cours des temps, le terme « polyptyque » a pris des acceptions différentes. Dans le code théodosien, il s'appliquait aux livres du cadastre et des impôts ; dans ce sens, il resta en usage jusqu'au VIIe siècle. Dès Grégoire le Grand, il désigne les terriers. De nos jours, enfin, il est synonyme de pouillé et de censier. Au Xe siècle, le terme de *polyptychum* était employé concurremment avec celui de *pulegium*, ancienne forme romane relatinisée qui devait aboutir à « pouillé ».

Dans le dessein d'éviter toute équivoque, il me paraît logique de définir mon acception des termes.

Les *polyptyques* sont des dénombrements de biens d'église et des redevances de leurs tenanciers.

Deux polyptyques sont d'un intérêt historique indéniable : le *Polyptyque de l'abbé Irminon* et le *Polyptyque de l'abbaye de Saint-Remi, à Reims*.

Les *pouillés* sont des registres où s'inscrivent les actes relatifs aux domaines et aux bénéfices d'un ordre religieux, d'une abbaye, d'une cure, d'un diocèse, d'une province. Les pouillés donnent parfois des indications sur les revenus des paroisses et sur leur population.

Les *terriers* ou *livres terriers* contiennent le dénombrement minutieux des droits des seigneurs laïques et ecclésiastiques. Ils donnent la description détaillée des domaines ruraux, des coutures paysannes, des redevances et des services de toutes espèces dont les cultivateurs étaient tenus à l'égard des seigneurs. Les informations des terriers sont plus précieuses encore que celles des cartulaires. Malheureusement, ces livres n'existent guère avant le XVe siècle.

Les *censiers* se proposent de faire l'inventaire des différents domaines relevant d'un même seigneur, de fixer leur composition en réserves et en tenures et de préciser les charges qui incombent aux exploitants des tenures. La plupart des censiers ont été exhumés d'archives ecclésiastiques. Ils ne présentent réellement une valeur sûre que s'ils ont été fréquemment mis à jour, à l'effet de suivre de près les modifications continuelles des pratiques essentielles du régime qu'ils tentaient de décrire. C'est rarement le cas.

Trop immuables, les censiers ont cessé rapidement de répondre aux besoins des seigneurs ruraux qui se sont efforcés de consigner

dans des *coutumiers seigneuriaux* les droits de toute nature qu'ils revendiquaient. Au début, ces coutumiers ne constituèrent que des documents de codification privée, mais quand les sujets des seigneurs leur apportèrent leur adhésion solennelle, leur force exécutive fut grande. En Lorraine, ces « rapports de droits » connurent une fortune si brillante qu'ils consacrèrent la déchéance irrémédiable des censiers.

D'autres documents encore concourent à fixer les traits caractéristiques de la structure de l'agriculture au moyen âge : les *comptes* des seigneuries et des évêchés, les *chartes*, les *diplômes* émanant des princes et des personnes souveraines et les *ordonnances* des rois.

En ce qui concerne l'étude des pratiques essentielles du régime médiéval, l'intérêt des *chroniques* est limité. Elles ne relatent souvent, en effet, que les faits et gestes des seigneurs. Aussi, pour l'étude de la vie rurale et de l'état d'esprit des petites gens et des classes laborieuses au moyen âge, recourera-t-on utilement aux *fabliaux*.

Il ne faudrait pas non plus négliger d'interroger les *coutumes* dont plusieurs datent des XIIe et XIIIe siècles. Toutefois, leur interprétation étant délicate, il convient de se prévaloir prudemment de leurs données, après les avoir confrontées avec des documents d'archives.

Les érudits consulteront avec profit l'ouvrage : *Les classes rurales et le régime domanial en France au moyen âge*, dans lequel Henri SÉE élucide les caractères généraux de la vie rurale au cours des époques franque et féodale. L'auteur donne, pour le surplus, une liste impressionnante des documents qu'il a dépouillés.

En ce qui concerne l'analyse de l'agriculture depuis la fin de l'Empire romain jusqu'au XVIe siècle, je ne saurais assez recommander la lecture de l'ouvrage que Roger GRAND, en collaboration avec Raymond DELATOUCHE, écrivit sur le sujet. Des détails intéressants sont fournis sur le domaine, les classes rurales et leurs modes d'existence, la technique agricole, la culture, l'élevage, la pisciculture et la pêche, le gibier et la chasse, l'industrie agricole, le régime économique de l'agriculture médiévale. Jean DE LA MONNERAYE, dans la « Bibliothèque de l'École des Chartes » et Ph. SECRETAN, dans « Les Études Sociales » ont donné de ce livre un excellent résumé.

II. APERCU GÉNÉRAL DE L'AGRICULTURE ET DE L'ÉLEVAGE

Après l'écroulement de l'empire romain d'Occident et les brassages consécutifs aux invasions des barbares, préluda une

nouvelle ère de civilisation rurale d'où se dégagèrent les types de paysan et de domaine qui sont arrivés quasi inchangés jusqu'à nous.

Au moyen âge, les conditions de vie revêtaient un caractère presque exclusivement rural. La tradition et l'empirisme régnaient en maîtres sur l'agriculture. La *coutume,* c'est-à-dire les mœurs et les usages que le temps avait consacrés, était réputée loi. Elle régissait les institutions privées et tranchait souverainement en matière de personnes et de choses.

N'en déplaise à certains historiens, durant tout le moyen âge, les classes agricoles furent opprimées et maintenues dans la sujétion par tous les moyens coercitifs, de droit et de fait. Ainsi que l'a écrit PAPON, dans son *Histoire de Provence,* « les charges imposées dans les villages par les seigneurs étaient aussi variées que leurs caprices ».

Dès le IVe siècle, le domaine rural tendait à l'autarcie. Cellule économique fermée, il s'essayait à produire tout ce qui était nécessaire à ceux qui en dépendaient.

Au VIe siècle déjà, particulièrement chez les évêques issus de l'aristocratie gallo-romaine, la tradition de la grande culture était fortement enracinée.

Du milieu du IXe siècle au milieu du XIe siècle, la majorité du peuple français tira ses raisons et ses possibilités de vie du contact exclusif avec la glèbe. Mais ces deux siècles d'histoire rurale sont encore peu connus.

L'analyse du capitulaire *de villis* permet de se rendre compte des plantes qui étaient cultivées à l'époque carolingienne et des arbres fruitiers qui peuplaient les vergers. On rencontrait dans les jardins : des plantes médicinales, telles que bardane, coloquinte, guimauve, matricaire, cataire, dictame, mauve, livèche, rue, sabine et orvale ; des plantes potagères : betterave, bette, poirée, carotte, cardon, chicorée, divers choux, poireau, concombre, panais, radis, cresson, laitue, endive, roquette, haricot, fève, pois ; des plantes aromatiques ou d'assaisonnement : carvi, cerfeuil, ail, citronnelle, fenouil, anis, menthe, oignon, persil, sauge, ciboule, coriandre, sarriette, cumin, échalotte, poivrette et sénevé.

Dans les vergers de l'empereur Charlemagne prospéraient des pommiers, des poiriers, des pruniers, des cerisiers, des cognassiers, des amandiers, des noisetiers, des châtaigniers et des sorbiers.

Charlemagne soumit aussi les forêts à une administration et à une surveillance régulières. Il ne permettait pas que les coupes soient trop fréquentes dans ses bois et il veillait soigneusement à garder les bêtes sauvages qui s'y trouvaient.

L'ampleur que prirent les défrichements à partir du Xe siècle est due, en partie du moins, aux inventions relatives à l'emploi rationnel de la traction animale. C'est ce que V. Lefèbvre des Noëttes a mis en lumière dans le beau livre qu'il a consacré à l'attelage à travers les âges.

A l'époque carolingienne, c'est la grande propriété qui est le phénomène courant. Toutefois, enclavées dans les vastes domaines, les petites propriétés persistèrent. Déjà à cette époque, il est malaisé de distinguer le colon du serf : tous deux sont devenus des tenanciers héréditaires.

Après les périodes mérovingienne et carolingienne, beaucoup de seigneurs briguèrent des charges militaires ou publiques, ou entreprirent des expéditions lointaines. Ils abandonnèrent progressivement la gestion directe d'une partie de leurs domaines. De plus en plus nombreuses furent les concessions qu'ils accordèrent. Ces *amodiations* se faisaient moyennant l'octroi aux concédants de prestations périodiques, d'abord en nature et plus tard en argent (*arrentement*).

Au XIe siècle s'introduisit en Flandre française un droit qui contribua fortement au développement de l'agriculture et qui fixa le paysan à sa terre. Les souverains de la Flandre de l'époque donnèrent gracieusement des terres à défricher et à cultiver à ceux qui en exprimaient le désir, moyennant une condition rigoureuse : celle de ne pas quitter la terre défrichée et le champ cultivé sous peine de payer une amende évaluée d'ordinaire au dixième de la valeur des biens meubles et immeubles de l'abandonnateur.

Dès la seconde moitié du XIe siècle, l'économie cessa d'être exclusivement rurale. Le développement rapide des villes entraîna l'essor d'une brillante civilisation urbaine. Les échanges reprirent, mais le contrôle de l'économie subsista.

Bien qu'on ne connaisse qu'approximativement la prospérité réelle de la France rurale entre le XIIe siècle et le milieu du XIVe siècle, on peut dire que, durant cette période, l'agriculture et l'élevage devinrent florissants.

Les terres produisaient presque exclusivement des céréales (froment, seigle, orge, avoine) et du sarrasin. On cultivait aussi le colza, le chanvre et quelques plantes tinctoriales telles que la garance et la guède.

En Normandie, dans les derniers siècles du moyen âge, les pommiers, les poiriers, les pruniers et les cerisiers étaient déjà nombreux. Les arbres à fruits étaient l'objet de soins attentifs, mais il ne faut pas oublier que la culture normande était plus avancée que celle des autres régions de la France. La vigne était très répandue, trop répandue même, puisque, aussi bien, on en

trouvait en Normandie, en Bretagne et dans le Beauvaisis, bien que le climat de ces « pays » ne fût pas favorable à pareille culture.

En somme, le petit nombre d'espèces cultivées caractérise l'agriculture du moyen âge.

En France, comme en Angleterre et dans toute l'Europe centrale et septentrionale, l'ancien *assolement triennal* était largement répandu au moyen âge. Toutefois, dans certains îlots, le long des rives de la Saône, par exemple, la rotation observait un rythme à deux temps.

L'assolement triennal divisait le finage en trois soles : la première était destinée aux céréales d'automne, la deuxième portait les blés de mars et la troisième restait en jachère.

Les instruments antiques furent longtemps en usage. Les pauvres « laboureurs de bras » employaient partout la bêche, la faucille, la faux et la herse. L'aide mutuelle régnait entre les paysans. Le travail était fait presque exclusivement à la main. La charrue pourtant avait déjà été l'objet de quelques progrès. On y attelait deux bœufs ou deux chevaux.

La date des travaux : labours, semis, fenaison , moisson, vendange, était fixée par le seigneur ou par l'assemblée des notables des villages. Les cultivateurs étaient tenus de la respecter.

Bien des questions relatives à l'origine de l'ancien assolement triennal restent sans réponse. En tout cas, ce genre de rotation est très ancien. C'est dans l'extrême morcellement des terres que présentait ce système dans les campagnes du Nord-Est de la France qu'il faut chercher les premiers traits d'une physionomie actuelle caractérisée par les champs ouverts et allongés.

En ce qui concerne l'origine du *métayage*, nous en sommes réduits à de simples conjectures. Quoi qu'il en soit, elle remonte à un passé lointain. Les textes médiévaux et les cartulaires établissent à suffisance que ce mode de tenure était fréquent dès le Xe siècle.

Très tôt aussi, certains tenanciers ont obtenu que le métayage soit converti en *champart* ou *terragium* qui présentait l'avantage de ne comporter qu'une redevance sur les récoltes et non sur les produits de l'élevage.

L'élevage du mouton prit, au moyen âge, une ampleur insoupçonnée. Les terrains soumis à la vaine pâture, les friches, les landes, les chaumes et les jachères ouvraient aux ovins des espaces considérables. Le transhumance était organisée dans les zones de grand parcours des Pyrénées, des Cévennes, des Alpes, du Jura et des Vosges. D'immenses troupeaux de moutons piétinaient la Bourgogne. Au XIIIe siècle, le cheptel de Clairvaux comptait trois mille ovins. Le mouton fit la fortune des familles établies

sur les vastes plateaux du Berry et dans les plaines du Béarn et du Languedoc.

La pisciculture était fortement développée et des moulins à eau s'installaient partout où les rivières le permettaient.

Jusqu'en 1310 environ, les campagnes françaises furent relativement actives et prospères. Selon Roger Grand, la densité de la population atteignait sans doute celle qu'on connaît aujourd'hui.

Alors vinrent des époques troublées au cours desquelles les guerres, les famines et les déprédations des seigneurs causèrent des maux profonds aux classes rurales.

De 1314 à 1317, des pluies incessantes eurent pour résultat un déficit dans les récoltes. Le sel marin vint à manquer. La hausse considérable de la farine et du pain entraîna celle de toutes les denrées alimentaires. Des disettes s'ensuivirent et la sous-alimentation favorisa l'extension des maladies infectieuses.

En 1337 préluda la désastreuse guerre de Cent ans. A partir de 1340, la « crise » paysanne sévit dans toute son ampleur. Pour comble de malheur, une violente épidémie de peste bubonique — la « peste noire » — exerça ses ravages de 1348 à 1350.

J'ai dû me borner à des généralités sur l'agriculture, l'élevage et la situation des paysans français au moyen âge ; mais, ainsi que l'a fait observer Henri Sée bien à propos, les conditions sociales, à cette époque, différaient fortement de province à province. Chaque fief, pour ainsi dire, avait ses institutions originales. Si partout se retrouvaient des traits généraux, il existait cependant des nuances régionales extrêmement utiles à mettre en lumière.

Ceux qui désireraient de plus amples renseignements sur la vie rurale des diverses régions de la France au moyen âge se reporteront aux travaux des spécialistes que j'ai repris à ma liste bibliographique.

III. INSTITUTIONS DES TEMPS MÉDIÉVAUX

Le sol de la Gaule franque était divisé en un grand nombre de domaines insuffisamment mis en rapport par les seigneurs en raison, surtout, de la pénurie de main-d'œuvre.

Au moyen âge, on distinguait deux modes principaux d'appropriation du sol, l'*alleu* et les *tenures*. Entre les deux, le contraste était flagrant.

L'*alleu* n'était grevé d'aucune redevance féodale. Celui qui en était le bénéficiaire ne devait aucun service à personne. L'alleu se transmettait librement, par acte entre vifs ou par succession.

A une époque où la règle était « nul seigneur sans titre », l'alleu

détonnait. Échappant aux rets de la subordination, cette institution resta longtemps en dehors des préoccupations des historiens. Ainsi, un auteur aussi averti que Sée la passe presque sous silence. Parmi ceux qui ont tenté de réagir contre cette défaveur, il y a lieu de citer : Jacques Flach, Fustel de Coulanges et Robert Boutruche. Ce sont encore les juristes tels que Caseneuve, Chénon et Furgole, qui ont étudié l'alleu le plus minutieusement. Joseph Balon voit dans l'alleu la base de tout le droit foncier médiéval.

L'allodialité fut perpétuellement en lutte contre les puissances jalouses de ses privilèges politiques et fonciers. « Libres comme l'air » au cours des IXe et Xe siècles, les alleux durent, plus tard, faire face aux attaques seigneuriales et s'incliner devant la justice royale. Leur nombre alla toujours en s'amenuisant. Contraints par d'impérieux besoins d'argent, beaucoup de laïcs se résolurent à les vendre. Dans certaines régions de la Normandie, de la Bretagne et du Beauvaisis, l'alleu disparut entièrement dès le XIIe siècle. Ailleurs, il se transforma en tenure à partir du moyen âge capétien.

Le régime domanial a été caractérisé par l'institution du *manse* dont l'évolution est à la base de la diversité de la structure agraire des paysages ruraux et des formes de peuplement et d'habitat.

Le territoire de chaque seigneurie comprenait la réserve seigneuriale ou *mansus indominicatus* et les terres tributaires ou *tenures*.

Les terres de labour du manse seigneurial étaient divisées en *coutures* ou *cultures*, de superficie variable et exploitées directement au profit du seigneur par une main-d'œuvre relevant du salariat, de l'esclavage ou des corvées. Le manse seigneurial comprenait parfois aussi des bâtiments d'habitation et d'exploitation.

Les terres tributaires (*tenures roturières* ou *vilainages*) formaient la majeure partie du sol arable de la seigneurie. Elles étaient cultivées par des colons à qui elles étaient cédées contre des redevances et des prestations de services. La plupart de ces terres étaient organisées en *manses* dont le revenu suffisait à l'entretien d'une famille. Ces *vrais* manses se répartissaient en diverses catégories suivant les charges qui y étaient attachées. Ils étaient qualifiés manses *ingénuiles*, *serviles* ou *lidiles* selon que les premiers occupants étaient des hommes libres ou colons (*ingenui*), des esclaves (*servi*) ou des affranchis (*lidi*).

Au manse était lié un certain revenu foncier dont le tenancier était redevable au seigneur propriétaire (*dominus*). Il était donc une cote d'impôt seigneurial jouant le rôle d'unité de perception. Le manse, qui était à la fois tenure familiale et unité fiscale, ne constituait pas toujours une exploitation agricole en soi.

En dehors des vrais manses, existait une autre catégorie de tenures, les *hospices*, moins nombreuses que les manses et grevées aussi de redevances et de services.

L'institution du manse s'abâtardit dès le IXe siècle. L'examen des censiers de cette époque indique que le manse se fractionna : cessant d'être exploité par un seul tenancier, on le vit occupé par différents chefs de famille. De plus, les seigneurs adoptèrent une unité de perception fiscale de superficie moindre.

Le rythme d'oblitération des traits originaux du manse fut plus rapide entre la Somme et la Loire que dans d'autres régions.

L'origine du *champart* remonte à l'époque carolingienne. Le tenancier cédait une part des produits au seigneur : la 9e gerbe de céréales, le dixième de la récolte... Dans le *Polyptyque d'Irminon*, le champart est appelé *agrarium*.

Lorsque le tenancier, à la date traditionnelle, n'acquittait pas les obligations qu'il avait acceptées, le seigneur, fort de la procédure de l'*embannie*, exigeait de lui une amende. Si le colon n'exécutait pas cette sanction, le tribunal seigneurial, au bout d'un certain temps, frappait la tenure de la peine du ban. Durant un an et demi, celle-ci restait *croisée* ou *embannie* et, pendant cette période, le tenancier pouvait encore rentrer en possession de sa tenure, moyennant le paiement d'une amende élevée. Lorsque la levée de l'embannie n'avait pas lieu, la tenure était définitivement acquise au seigneur.

La *tenure à cens* apparut en France dès le Xe siècle. Alors que la coutume régissait la tenure domaniale, la passation d'un contrat individuel ou collectif et le paiement d'un cens constituaient les bases de la tenure à cens. Celle-ci échappait à un certain nombre de contraintes qui pesaient sur la tenure domaniale. Cette tenure, d'un type nouveau, se substitua progressivement à la tradition domaniale. Celle-ci disparut sans laisser de trace, dans la région parisienne, dès le XIIIe siècle ; mais en Lorraine, par un curieux archaïsme, les deux tenures coexistèrent jusqu'à l'aube des temps modernes.

Au moyen âge, le *métayage*, c'est-à-dire le louage des terres et des bestiaux à moitié profit, devint, pour la plus grande partie de la France, le système à bail le plus commun. Les métairies étaient souvent scindées et leurs subdivisions (*closeries* ou *locatives*) étaient sous-louées.

Si l'on en croit DUCANGE et DELISLE, ce fut à la fin du XIe siècle et au début du XIIe siècle, à l'époque précisément où la majorité des coutumes furent rédigées, que le *bail à ferme* fit ses premiers progrès.

En échange des redevances annuelles, le seigneur reconnaissait d'ordinaire à ceux qui travaillaient ses terres, le droit de bâtir, de planter et d'améliorer le fonds d'une partie de son domaine. Les tenanciers avaient la jouissance perpétuelle, transmissible à

leurs enfants, voire à des tiers, de tout ce qu'ils tiraient du sol ou y implantaient.

En général, le seigneur empêchait que les tenures de ses domaines tombassent entre les mains d'individus étrangers à son fief. Parfois, pourtant, il consentait la *convention d'hostice* ou *censive* par laquelle un étranger pouvait entrer dans la communauté domaniale et y être entouré de tous les égards dus aux « hôtes ».

Du VIIIe au IXe siècle, en Septimanie carolingienne, le régime de l'*aprision*, forme spéciale de la propriété allodiale et de l'occupation du sol qui a été bien étudiée par A. DUPONT, permettait à des immigrés espagnols de devenir propriétaires du bien-fonds qui leur était cédé, après une durée déterminée d'exploitation, trente années généralement. Pendant ce temps, le possesseur devait mettre en valeur la parcelle de terrain qui lui avait été départie et rester fidèle à la cause carolingienne.

Le *bail à domaine congéable* ou *à convenant* était une tenure essentiellement bretonne. C'était la convention par laquelle le propriétaire d'un fonds le cédait à un tiers contre paiement d'une *rente convenancière*, tout en conservant la faculté de congédier le preneur en temps convenu, sinon à tout moment.

En vertu du droit de superficie, le tenancier ou *domanier* restait propriétaire des édifices, des plantations, des drainages et rigoles, des clôtures qu'il établissait sur la terre dont il était preneur. Seul le sol nu appartenait au propriétaire ou *foncier*.

La particularité de cette sorte de contrat, c'était que, d'une part, le domanier pouvait, à l'expiration du bail, aliéner les biens dont la propriété lui était reconnue, et que, d'autre part, il pouvait être « congédié » par le concédant, à condition, dans ce cas, d'être indemnisé de la valeur desdits biens. Ces remboursements étaient toujours désavantageux pour les propriétaires, aussi les « congéments » étaient-ils rarissimes.

Le *bail à colonage* ou *colonat partiaire* rassemblait presque toutes les modalités des conventions passées, au moyen âge, entre les seigneurs et les paysans. C'était un contrat par lequel le propriétaire d'un héritage rural le remettait à un preneur (colon) qui s'engageait à le cultiver durant un certain temps et à en partager les fruits avec le bailleur.

D'ordinaire, le *colon* était une personne censée libre. En réalité, il ne jouissait que d'une liberté restreinte. Sa condition, toutefois, était supérieure à celle du serf.

Au IXe et au Xe siècle, beaucoup de terres étaient concédées en *précaire*, c'est-à-dire que les tenanciers les occupaient, sous condition d'un cens à payer. A côté du *contrat de précaire* existait un autre type de contrat de tenure : le *complant*.

Le *bail à complant* qui assurait la stabilité d'emploi à ceux qui œuvraient sur les domaines seigneuriaux, remontait aux premiers siècles du moyen âge. Cette convention résolvait le problème des plantations fruitières, le seigneur ne concédant ses terres à un preneur que si celui-ci s'engageait à y créer et à y entretenir des vignobles ou des vergers contre versement d'une redevance annuelle, *perpétuelle*, égale au tiers, au quart, voire au cinquième de la récolte.

Une variante du traité de complant stipulait que, pendant cinq ans, le complanteur n'aurait aucune redevance à payer au seigneur.

Une institution, la *quevaise*, était propre à l'ancienne Bretagne, particulièrement aux pays de Léon, de Cornouaille et de Tréguier. Le *quevaisier* ne pouvait délaisser sa tenure plus d'un an et un jour, sans en perdre le bénéfice. Lorsque le quevaisier mourait sans enfant, le seigneur héritait de tous ses biens ; s'il laissait des enfants, sa tenure revenait au plus jeune de ses fils, au *juveigneur*. Si celui-ci, à son tour, décédait sans postérité, ses frères ne pouvaient lui succéder et le seigneur reprenait possession de la terre autrefois cédée. Une lourde mainmorte pesait donc sur les quevaisiers.

Au XIe siècle, dans les régions de la Seine et de la Loire, une catégorie de personnes de condition inférieure, les *colliberts* (*colliberti* en latin, *cuverts* en vieux français), étaient frappées des charges serviles les plus typiques.

Le mot « collibert » a donné lieu à des controverses sans fin, les données des textes médiévaux relatives à ce sujet étant contradictoires. Selon GUÉRARD, les colliberts pouvaient « se placer indifféremment ou au dernier rang des hommes libres, ou à la tête des hommes engagés dans les liens de la servitude ». Quoi qu'il en soit, au XIIIe siècle, les colliberts avaient complètement disparu ; il ne subsistait que des serfs et des colons.

La *colonge* était une organisation rurale particulière que l'Alsace connut au moyen âge. Elle s'appliquait à un complexe d'habitations, de bâtiments d'élevage, de granges et de terrains concédés à des preneurs, moyennant la fourniture de prestations annuelles ou l'acquittement d'un cens, avec stipulation expresse que les différends nés du contrat seraient soumis à une cour colongère, tribunal composé du propriétaire de la colonge comme président et des autres colongers comme assesseurs. Les droits des participants au pacte étaient inscrits sur les *rotules colongers*.

La servitude connue sous le nom de *banalité* eut cours à l'époque féodale, à partir du XIe siècle. Elle consistait dans l'usage obligatoire et public d'un objet appartenant au seigneur, avec, pour l'usager, obligation de payer une redevance et défense rigoureuse de se servir de toute autre chose de même nature. La banalité portait spécialement sur les moulins à blé et sur les fours.

IV. LES BIENS COMMUNAUX ET LES DROITS D'USAGE

Communautés et biens communaux sont deux choses distinctes. Dans certaines régions du Midi, les *mazades*, sortes de manses germaniques qui, selon BAUBY auraient changé de nom, constituaient de véritables communautés de villages ou de familles. Chaque mazade comprenait deux catégories de biens : les uns étaient affectés à la jouissance individuelle de chaque habitant ; les autres étaient soumis à une jouissance générale, commune à tous les villageois.

Les biens communaux (*communia*) consistant ordinairement en pâturages, terres vaines et forêts, existaient en grand nombre à l'époque franque. La vaine pâture et le parcours étaient fréquents. Il y avait aussi des fontaines et des puits communs.

Aux temps féodaux, les communaux se rencontraient un peu partout en France. Des conditions très diverses, variant avec les coutumes locales, réglaient les jouissances collectives qui y étaient attachées.

PÉRARD a signalé qu'un texte de l'an 1003 parle de communaux en Bourgogne. Un document de 1055, évoqué par ANIBERT, fait mention de fonds de terre communs à Arles. Selon GARNIER, une charte accordée en 1257 aux habitants de Pontarlier leur reconnaissait formellement la propriété des communaux.

Aux XIIIe et XIVe siècles, de grandes étendues allodiales affectées à l'usage public subsistaient dans les contrées peu fertiles des pays bordelais et bazadais. C'était le cas, notamment, de plusieurs communaux (*padouens*, en gascon) : marais desséchés des bords de la Garonne, landes de Biscarosse, quartiers situés en bordure des forêts et récemment défrichés, landes nouvellement cultivées, etc.

Les communaux n'étaient pas uniformément répandus en France. Ils étaient surtout abondants là où la terre était ingrate, où la densité de la population était faible et où les finages étaient très étendus. La règle était cependant loin d'être absolue.

L'expression *communia* apparaît fréquemment dans les textes médiévaux. Il ne faudrait pas s'y tromper : elle ne s'appliquait pas à des propriétés collectives des paysans, mais à des terres sur lesquelles les tenanciers jouissaient de droits d'usage en commun, inaliénables et acceptés par tous. Il faut d'ailleurs remarquer que c'était le seigneur qui accordait, réglait et délimitait ces *droits d'usage.*

En vertu du *droit d'affouage,* les paysans pouvaient, dans les bois, couper les fougères et les bruyères, ramasser les feuilles tom-

bées, récolter les fruits sauvages et s'approvisionner en bois à brûler. Le droit des usagers ne s'étendait qu'au bois sec sur pied, au chablis et au « bois vert gisant ». Les ruraux avaient aussi la faculté de prélever dans les forêts les matériaux ligneux nécessaires à la construction des clôtures champêtres, à l'édification ou à la réparation de leurs maisons, à la fabrication des instruments agricoles. Ces droits d'usage étaient toujours limités et l'accès de la forêt était absolument interdit à des époques déterminées.

En vertu du *droit de ramage*, quelques sujets pouvaient couper des branches ou des rameaux ou ramasser le bois mort dans les forêts de leur seigneur, moyennant redevance, soit en argent, soit en corvées.

Les paysans jouissaient du *droit de dépaissance* qui les autorisait à envoyer paître les animaux domestiques dans les forêts, les landes et les bruyères, à l'exception toutefois des chèvres et des moutons dont on redoutait les dégâts. Ici encore intervenaient de nombreuses restrictions : le nombre de bêtes admises à la pâture était limité ; le pâturage était interdit dans les jeunes bois de trois, quatre ou cinq ans ; la coutume déterminait l'époque à laquelle la forêt était ouverte au pâturage.

La *pâture vive* s'exerçait dans les bois en automne, lors de la chute des glands et des faines. L'élevage des porcs constituait l'une des ressources essentielles de l'économie rurale du moyen âge et les paysans jouissaient partout du *droit de glandée* ou de *panage* et du *droit de fainage*.

Les habitants d'un même village jouissaient aussi du *droit de vaine pâture* sur les terres cultivées dépouillées de leurs récoltes, sur les chaumes et sur les jachères. Mais, à certaines époques, les champs ouverts étaient mis *en defens*, c'est-à-dire qu'il était interdit d'y entrer pour y faire pâturer.

Le *parcours* était le droit de vaine pâture reconnu aux habitants de villages différents. Quant à la *grasse pâture*, elle accordait aux privilégiés le droit de faire paître leurs troupeaux, toute l'année, sur les fonds qui en étaient grevés.

Les conditions économiques de l'agriculture au moyen âge, caractérisée surtout par la jachère et l'élevage du bétail, suffisent à expliquer ces droits d'usage. Lontemps, l'utilisation du terroir sous la forme collective s'est avérée adéquate. L'agriculture extensive de l'époque rendait nécessaires les droits de glanage, de grapillage, d'affouage et de vaine pâture. Ces droits étaient considérés comme des lois. Ils s'accompagnaient de leurs corollaires logiques : l'interdiction de clore et l'assolement obligatoire.

Contrairement à l'opinion émise par certains historiens, rien ne prouve que la propriété collective ait toujours précédé la pro-

priété individuelle. Selon SÉE, l'étude des institutions du moyen âge inclinerait plutôt à affirmer le contraire.

Le destin des communaux fut divers mais leur nombre diminua sensiblement dès la fin du moyen âge. Ici, se prévalant de la maxime « nulle terre sans seigneur », les féodaux se les attribuèrent purement et simplement ; là, les seigneurs se les approprièrent mais garantirent les droits d'usage après avoir réglementé ceux-ci ; là encore, les seigneurs, par la procédure du *cantonnement*, se firent reconnaître l'entière disposition d'une partie des communaux, les anciens usagers conservant tous leurs droits sur la partie restante.

V. TROUBLES AGRAIRES

La condition du paysan s'est améliorée au moyen âge. Le servage a pris le pas sur l'esclavage et la tenure est devenue progressivement personnelle et héréditaire. Mais il ne faudrait pas croire, ainsi que l'insinuent certaines publications nostalgiques, que la condition réelle des classes serviles était enviable.

La sujétion qui les liait aux maîtres énervait les classes inférieures. Les tenanciers étaient livrés sans défense et sans garantie à l'arbitraire de seigneurs beaucoup plus préoccupés de leurs droits que de leurs devoirs. Les redevances qu'ils payaient et les corvées auxquelles ils étaient astreints pesaient lourdement sur les paysans.

Des Saxons que les historiographes et les écrivains du moyen âge décrivent comme des gens superstitieux et cruels s'étaient établis sur les côtes de la Flandre française. Au VIIe siècle, ils se révoltèrent et se livrèrent à des actes de violence à Strazeele, à Blaringhem et aux environs de Bergues.

Si l'immense majorité des paysans subirent passivement les corvées, les services et les redevances, il n'en est pas moins vrai, cependant, que certains manifestèrent quelque résistance. Ainsi, des serfs fiscalins et ecclésiastiques, prétextant que le charriage de la marne était inconnu dans les temps anciens et qu'il ne fut introduit qu'à l'époque de Charlemagne et de Louis le Débonnaire, refusèrent ce service. De même, ils prétendirent qu'ils n'étaient nullement obligés de battre le blé. En 862, l'édit de Pistes réduisit leurs prétentions à néant et ils durent satisfaire à tous les services exigés d'eux.

Par après, on vit éclater, de ci de là, des troubles agraires plus graves. Les soulèvements des Pastoureaux présentèrent une certaine ampleur.

Le premier mouvement de révolte se produisit en 1214, dans

le Berry et les provinces voisines. Les paysans rebelles furent rapidement et cruellement matés.

Le deuxième mouvement fut suscité, en 1251, à l'instigation d'un personnage étrange, le Maître de Hongrie, qui prêchait une croisade revendicatrice aux bergers de la Picardie, du Berry et d'ailleurs. Bientôt, l'armée des Pastoureaux compta 60.000 hommes qui se livrèrent à tous les excès. Blanche de Castille n'osa d'abord faire front aux bandes rurales. Les brigandages se multiplièrent et la régente ordonna alors aux officiers royaux de réprimer l'insurrection. Le Maître de Hongrie trouva la mort près de Villeneuve-sur-Cher et la majorité de ses hommes se balancèrent aux fourches patibulaires.

Les paysans prirent part au troisième mouvement insurrectionnel qui préluda en 1320. C'étaient des illuminés excités par un moine défroqué et par un prêtre interdit. Ils ravagèrent le Languedoc, le Berry, la Saintonge et l'Aquitaine. Ayant bravé le roi Philippe V jusque dans Paris, celui-ci résolut de rétablir l'ordre. Le sénéchal de Carcassonne tailla les Pastoureaux en pièces sous les murs d'Aigues-Mortes.

La Jacquerie éclata dans le Beauvaisis le 28 mai 1358. Après la défaite de la noblesse à Crécy et à Poitiers, tandis que le dauphin Charles était aux prises avec des difficultés sans nombre, les excès des grandes compagnies, la brutalité et la cupidité des routiers et la tyrannie des seigneurs s'exerçaient aux dépens des paysans. Le jour précité, quelques vilains sortirent vainqueurs d'une rixe qui, dans le bourg de Saint-Leu, les opposa aux hommes d'armes. Effrayés de leur propre hardiesse et redoutant de sévères représailles, les paysans restèrent armés et se choisirent un chef : Guillaume Karle, de Mello.

Les « effrois » gagnèrent la Normandie, l'Ile-de-France, la Picardie, la Champagne, d'autres régions encore.

Pour avoir quelque chance de succès, le soulèvement devait pouvoir compter sur l'appui des villes ; mais plusieurs cités importantes refusèrent tout concours. Les paysans révoltés tentèrent vainement de s'unir à Étienne Marcel qui avait fomenté des troubles à Paris.

La victoire aurait sans doute fini par rester dans le camp des rebelles si l'autorité royale n'était intervenue. Après avoir attiré traîtreusement Karle dans son camp, Charles le Mauvais, roi de Navarre, défit les Jacques près de Mello, le 24 juin 1358. La répression fut terrible.

Aucun chroniqueur n'appartenant aux classes qui firent la Jacquerie, celle-ci n'a point d'histoire rédigée au moment où elle eut lieu. Les faits qui la caractérisent ont été exposés en détail par

R. Delachenal, le père Denifle, J. Flammermont et S. Luce ; mais il est douteux que ces auteurs aient interprété les événements comme il convenait.

La révolte paysanne de 1358 semble avoir inspiré à Froissart, ce chroniqueur aux gages des grands de la terre, un profond dégoût.

En somme, c'est encore Prosper Mérimée qui s'est rapproché le plus de la réalité dans son drame historique et romantique, *La Jacquerie,* écrit en 1828. Dans ces scènes féodales dialoguées, Mérimée a respecté la vérité des lieux, l'exactitude des mœurs et les façons de vivre du moyen âge. Il a peint sous les couleurs les plus crues l'égoïsme et le despotisme des nobles, la poltronnerie et le scepticisme de certains moines, la misère et la docilité des vilains, d'abord, puis leur révolte.

Une nouvelle jacquerie, celle des Tuchins, éclata sous le règne de Charles VI que la raison abandonna. Ce soulèvement de paysans, moins bien connu encore que la jacquerie de 1358, eut pour théâtre le Poitou, l'Auvergne, le Limousin et surtout le Midi de la France. Comme toujours, Jacques Bonhomme fut rossé et massacré par les hommes d'armes et leurs sicaires.

A partir de 1412, des troubles agraires éclatèrent dans la terre de Faucogney, située à l'extrémité septentrionale du comté de Bourgogne. Les péripéties en ont été décrites par Jules Finot.

Ladite année 1412, un mandement ducal appela les habitants de la prévôté à contribuer pécuniairement aux réparations du château dont les murailles avaient fortement souffert des injures du temps. Les paysans occupés sur les terres seigneuriales adressèrent une supplique à Jean sans Peur dans laquelle ils décrivaient leur misérable condition sociale et demandaient à être affranchis de la mainmorte. Les officiers du bailliage et de la prévôté exigèrent le paiement immédiat des contributions, mais les communes de Franchevelle, Adelans, Citers, Dambenoit et Quers refusèrent de s'exécuter aussi longtemps qu'il n'aurait pas été donné suite à leur requête. Des sergents furent envoyés dans les villages en effervescence afin de s'emparer des bestiaux et du mobilier des récalcitrants et de les retenir comme gage. Mal leur en prit. Ils furent injuriés et malmenés.

Les lettres patentes de Jean sans Peur du 9 décembre 1412 ne donnèrent pas satisfaction aux communautés demanderesses. En janvier 1413, le bailli d'Amont fit procéder à une enquête sur les raisons de la lutte contre les officiers ducaux. Arrêtés, sept ou huit mutins furent jetés dans les culs-de-basse-fosse de Besançon après avoir été durement molestés. Les représentants des paysans rebelles réitérèrent leurs plaintes auprès du duc de Bourgogne et exprimèrent le vœu de ne plus relever en fief du château de Faucogney.

Jean sans Peur était fort préoccupé par les opérations militaires et les intrigues politiques ; l'examen de la requête resta en suspens jusqu'en 1424, année où Philippe le Bon octroya des lettres d'affranchissement aux sujets de toute la terre de Faucogney et s'engagea à observer leur contenu à l'encontre de tous.

Sous Charles VII, excédés par les exactions odieuses des seigneurs et du clergé, ployés sous le faix des impôts, décimés par la famine, la peste et les loups, les paysans se révoltèrent encore. Les troubles préludèrent en 1430 dans le Mâconnais et le Forez. L'ordre ne fut rétabli qu'en 1435 : les paysans furent dispersés ou massacrés.

En dépit des défaites successives des populations soulevées, l'émancipation des paysans était en marche. Toutefois, à de très rares exceptions près, l'affranchissement ne fut pas une mesure généreuse prise spontanément par l'aristocratie féodale : obéissant à des motifs d'ordre matériel, elle le proposa aux serfs qui avaient les moyens de l'acheter.

VI. QUELQUES PERSONNALITÉS DU MONDE RURAL AU MOYEN AGE

Quelques fortes personnalités marquèrent de leur empreinte l'agriculture française du moyen âge. Ce sont : Pierre de Crescens, Thierry d'Hireçon, André de Laval et Jehan de Brye.

1. Pierre de Crescens.

Pierre de Crescens naquit à Bologne, vers 1230. Il étudia la médecine, les sciences naturelles, la logique et le droit à l'Université de cette ville, une des plus célèbres d'Europe à l'époque.

Au bout d'une longue carrière administrative, il se retira dans son domaine de la villa d'Olmo qu'il fit valoir. Ce fut là qu'il composa, aux environs de 1305, à la demande d'Aimeri de Plaisance, général des Dominicains, son *Opus ruralium commodorum*, somme du savoir agronomique au moyen âge. L'*Opus* fut traduit en français, en 1474, sous le titre : *Livre des prouffits champestres et ruraux*.

Il semble que cette traduction puisse être attribuée au « petit et humble chapelain » du roi, Jean Corbichon, le même qui mit en français le traité anglais d'agriculture de Glanville. En tout cas, elle inspira les nombreux ouvrages analogues qui virent le jour en Occident au cours des siècles suivants.

Dédié à Charles d'Anjou, l'ouvrage de Crescens est un traité méthodique d'agriculture et d'élevage. Il est divisé en douze livres

ayant successivement pour titres : généralités, génération des végétaux, céréales, vigne, arbres, plantes diverses, prés et bois, vergers, animaux, chasse et pêche, résumé et calendrier agricole.

Pierre de Crescens avait déjà observé que tout domaine possédait un courtil entouré d'une clôture où se cultivaient des fleurs, des légumes et des fruits et où « le seigneur et sa dame viendront oublier leurs ennuis ».

Crescens a fait de larges emprunts aux écrivains agronomiques latins de l'Antiquité : Caton, Palladius, Varron et Columelle. Il a aussi glané chez certains de ses contemporains, tels que le Calabrais Jordanus RUFUS, ALBERT LE GRAND, BURGUNDIO DE PISE et le « roi DANCUS », auteur mystérieux d'un traité de vénerie. Mais Crescens n'était pas seulement un compilateur, c'était aussi un praticien averti et un esprit critique.

Il a fourni des renseignements généraux intéressants sur l'assolement biennal, sur l'usage des engrais verts, sur le régime des champs clos, sur l'irrigation, sur la fréquence des labours. Il a accordé beaucoup d'attention à la culture maraîchère, à la vinification, à la greffe des arbres fruitiers. Il a noté que les bœufs et les buffles servaient comme animaux de labour et de gros trait, à l'exclusion, semble-t-il, des chevaux.

Crescens mourut, chargé d'ans, vers 1320.

Si j'ai évoqué brièvement ici l'*Opus ruralium commodorum* de cet Italien, c'est qu'il a exercé une influence énorme sur l'agriculture des régions méditerranéennes de la France.

2. THIERRY D'HIREÇON.

THIERRY D'HIREÇON ou d'HIRSON fut le conseiller très écouté de Mahaut, comtesse d'Artois et de Bourgogne. Les jardins de cette noble dame étaient bêchés, sarclés, binés et fumés avec grand soin. Entre les vignes conduites en treilles ou en berceaux, fonctionnaient des fontaines et autres « jeux hydrauliques ».

Thierry d'Hireçon fut activement mêlé à la politique de son époque, mais il trouva le temps d'administrer lui-même les domaines ruraux très étendus qu'il possédait. Le bail à cens et le fermage étaient alors les modes d'exploitation les plus courants ; mais par le faire-valoir direct, le propriétaire artésien remit en état plusieurs de ses exploitations que des fermiers conduisaient à la ruine.

Thierry d'Hirson acheta des brebis des Indes. Il s'agissait sans doute de l'espèce de Cachemire, très réputée, à laquelle on eut recours pour améliorer la qualité de la laine en vue de lutter contre la concurrence anglaise ou espagnole. Il fit dresser des comptes

très détaillés des recettes et des dépenses inhérentes à la bonne marche de ses exploitations. A cet égard, il peut être considéré comme un des propriétaires terriens les plus sensés des premières années du XIVe siècle.

Nommé évêque d'Arras en 1328, il mourut la même année.

3. André de Laval.

Au milieu du XIVe siècle, André de Laval-Châtillon et sa femme Eustache de Beauçay géraient judicieusement, dans la Mayenne, quelque quarante propriétés terriennes dont la plupart étaient données en métayage.

Les comptes d'exploitation que ces grands seigneurs ont établis pour les années 1335 à 1342 sont consignés au recto et au verso d'un rouleau de parchemin de 9,50 m de long sur 0,25 m de large. Outre les comptes proprement dits, d'ailleurs assez embrouillés, on y trouve des indications sur les baux et sur les cheptels.

Si la durée des baux était fort variable, elle était, en général, assez courte : 3, 4, 6 ou 9 ans. Le matériel était, partiellement ou totalement, la propriété d'André de Laval. Quant au bétail, il appartenait soit pour le tout au propriétaire, soit par moitié au métayer et au propriétaire.

Les comptes font apparaître que les changements de métayers étaient assez fréquents.

4. Jehan de Brye.

Jehan de Brye naquit en 1349, à Villers-sur-Rognon, dans la commune actuelle d'Aulnoy, à quelques kilomètres de Coulommiers.

Ses parents étaient de modestes paysans. A huit ans, il était gardien d'oies. A neuf ans, il surveillait les pourceaux. Il fut ensuite conducteur de chevaux de charrue et vacher. A onze ans, il était berger.

Grâce à sa sagesse précoce, à son goût de la solitude et à ses connaissances en matière d'élevage du mouton, il fut appelé, à quatorze ans, à exercer les fonctions d'économe au domaine de Messy.

A seize ans, il devint intendant de Mathieu de Pommolain, seigneur de Tueil, conseiller à la Chambre des requêtes du Parlement de Paris qui s'intéressa à ses travaux et l'envoya faire des études à l'Université de Paris. A la mort de son protecteur, Jehan de Brye entra au service d'Arnoul de Grand-Pont, trésorier de la Sainte-

Chapelle. A la mort de ce dernier, il devint l'intendant de Jehan de Hetomesnil, conseiller du roi Charles V, maître des requêtes et chanoine de la Sainte-Chapelle. Jehan de Hetomesnil présenta son intendant au roi, qui fut bien avisé en lui demandant d'écrire un traité sur la manière d'élever les moutons, spéculation très importante au moyen âge. En 1379, Jehan de Brye remit à Charles V, « environ la feste de Pentecouste » son ouvrage intitulé : *Traité de l'estat, science et pratique de l'art de bergerie et de garder oeilles et brebis à laine.*

Roger Grand incline à croire que le traité du « bon berger » aurait été copié par Jean Corbichon à qui, comme je l'ai dit ci-dessus, on attribue deux autres livres consacrés à la vie rurale. Peu habitué à tenir la plume, Jehan de Brye aurait dicté ses enseignements à cet ecclésiastique.

Le manuscrit original du livre de Jehan de Brye est perdu. On ne connaît plus ce travail que par un abrégé qui date du début du XVIe siècle et dont il ne subsiste plus que des exemplaires rarissimes. Cet abrégé fut reproduit à diverses reprises et, en dernier lieu, par Paul Lacroix, le bibliophile Jacob. Malheureusement, Lacroix prit pour base un texte défectueux de 1542 et y ajouta encore ses fausses interprétations de lecture.

Dans son livre que l'on parcourt agréablement, Jehan de Brye a souligné les vertus nécessaires à un bon pâtre et il en a décrit le vêtement et les instruments de travail : les chausses, la chemise, le surtout, la ceinture et les objets qui y pendent, le chapeau de feutre, la flûte, etc. Il a longuement parlé du chien, compagnon des gardiens de moutons. Il s'est arrêté à la houlette qui doit être d'un bois très dur, de préférence de néflier. Il a donné un véritable calendrier du travail du berger.

Il a consigné de précieuses notations sur les coutumes rurales et sur la météorologie populaire. Dans le dernier livret de son traité, Jehan de Brye a énuméré les maladies du mouton et les « recettes » destinées à les combattre. Ces curieuses pages de médecine vétérinaire empruntent largement aux traditions.

Le livre de Jehan de Brye — probablement le premier en date de son genre — a conservé une grande partie de sa valeur technique. Par la sûreté de son observation et la pertinence de ses conseils, Jehan de Brye, personnage pittoresque et attachant, a grandement contribué au développement de l'élevage ovin en France.

VII. CONCLUSIONS

Toute la société féodale repose sur la propriété foncière dont l'exploitation est réglée par le régime domanial. C'est au moyen

âge que se sont dessinés les cadres de la petite propriété rurale, cadres qui ne craqueront qu'à la Révolution. Les paysans n'avaient plus aucun rapport avec les pouvoirs supérieurs ; ils étaient uniquement livrés à la discrétion des seigneurs.

Au moyen âge se produisit un des phénomènes les plus saillants de l'histoire générale de la société : la transformation de l'esclavage en servage. La liberté personnelle et le droit de posséder la terre ont été reconnus progressivement au travailleur agricole. Celui-ci put jouir de façon perpétuelle de la terre qu'il cultivait ; sa tenure devint un patrimoine.

Les conditions sociales différaient de province à province ; mais, dans l'ensemble, partout l'évolution de la condition paysanne suivit la même voie. Aux XI et XIIe siècles, les cultivateurs sont presque tous des serfs taillables à merci et soumis à des charges personnelles rigoureuses et arbitraires, telles que la mainmorte et le formariage. Peu à peu, dès le XIIIe siècle, à la suite du grand mouvement d'affranchissement, ils se transformeront en vilains et ne devront plus que des redevances fixes. Dans l'Ouest de la France, le servage était beaucoup moins répandu et a disparu plus rapidement que dans l'Est.

Il est à noter que si la condition personnelle des paysans s'est améliorée relativement tôt, le régime de la propriété mit beaucoup plus de temps à varier. En fait, les droits réels qui grevaient les modes de tenure se sont conservés jusqu'à la fin du XVIIIe siècle.

Aux environs de l'an mille, hébétée par les calamités et les souffrances, abrutie par l'ignorance crasse, une partie de la population rurale s'abandonna à une inquiétude superstitieuse. Elle vit s'inscrire dans le ciel des signes avant-coureurs de la fin des temps. Toutefois, cette terreur ne fut pas aussi panique et aussi générale que certains historiens se sont plu à le dire. Quoi qu'il en soit, une espèce de renaissance sociale et culturelle suivit l'an mille.

Au moyen âge, l'agriculture fut le principal facteur de l'activité économique. L'autorité des anciens était encore admise sans discussion. A travers les pires vicissitudes sociales, économiques, politiques et religieuses, le paysan, trop souvent méconnu ou méprisé, voire spolié, accomplit son labeur avec persévérance. Déjà, il connut des préoccupations semblables à celles qui sollicitent l'agriculteur d'aujourd'hui. Il a tenté de les résoudre empiriquement, c'est-à-dire sans plan concerté et sans directives idéologiques.

Les paysans du moyen âge connaissaient déjà quelques-uns des procédés culturaux qui ont été d'application jusqu'au début du XXe siècle. La plupart des instruments aratoires qu'ils conçurent n'ont été améliorés que beaucoup plus tard.

Au XIe siècle, la plus grande partie de la France était couverte d'immenses forêts. L'énorme travail de défrichement qui s'est poursuivi sans trêve durant le moyen âge, y ménagea de larges trouées propices à l'implantation d'une agriculture extensive. De nouvelles terres furent aussi arrachées à la mer ou gagnées sur les marécages.

Les abbayes ont joué un rôle capital dans la société médiévale, tant en matière économique qu'en matière religieuse. Dès le XIIIe siècle, les Bénédictins avaient entamé l'assèchement du Marais poitevin.

S'il ne m'apparaît pas que le moyen âge ait été cette « grande nuit », ces « ténèbres » dont parlent certains auteurs, ce ne fut pas non plus cette période d'euphorie qu'exaltent trop d'historiens. Il est certes incontestable qu'au cours du moyen âge, les phénomènes économiques généraux adoucirent peu à peu le sort des paysans ; il n'en demeure pas moins que l'existence de ceux-ci était assez misérable.

Une étude du genre de celle que j'ai entreprise ne manque pas de témérité. Je ne me dissimule pas qu'elle présente mainte imperfection. Une synthèse de l'agriculture, de la vie à la campagne et de l'histoire des classes rurales dans la France du moyen âge n'aurait pu s'élaborer solidement qu'à partir d'un grand nombre de monographies régionales. On est loin de compte. De plus, les lacunes de l'information entraînent des difficultés d'interprétation et m'ont contraint à laisser en suspens la solution de plusieurs problèmes.

BIBLIOGRAPHIE

Une bibliographie exhaustive du sujet aurait occupé, à elle seule, un fascicule entier des « Annales de Gembloux ». J'ai donc dû limiter le nombre de références citées. Toutefois, je ne pense pas avoir omis aucune publication importante.

Allix, A. *L'Oisans au moyen âge. Étude de géographie historique en haute montagne d'après des documents inédits.* 256 p. Champion, Paris, 1929.

Auffroy, H. *Évolution du testament en France des origines au XIIIe siècle.* 770 p. A. Rousseau, Paris, 1899.

Avenel (Vicomte G. d'). *Histoire économique de la propriété, des salaires, des denrées et des prix en général depuis l'an 1200 jusqu'en l'an 1800.* Tome I, 1894.

Balon, J. *Les fondements du régime foncier au moyen âge depuis la chute de l'empire romain en Occident. Étude de dogmatique et d'histoire du droit.* 198 p. Nauwelaerts, Louvain, 1954.

Baluze, Et. *Histoire des capitulaires des rois françois sous la première et seconde race.* 227 p. La Haye, 1755.

Baluze, Et. *Capitularia regum Francorum.* Nova editio auctior ac emendatior. Curante Petro de Chiniac. 2 vol., VIII-1456 + 1663 col. Parisiis, typis Francisci-Augustini Quillau, 1780.

Barennes, J. *Viticulture et vinification en Bordelais au moyen âge.* Bordeaux, 1912.

Barry, J.-P. *Au sujet des compoix à clausades.* Revue d'Histoire Économique et Sociale, vol. XXXI, nº 3, p. 253-271, 1953.

Baudrillart, H. *Les populations agricoles de la France. I. Normandie et Bretagne.* 638 p. Librairie Hachette, Paris, 1885. *II. Maine, Anjou, Touraine, Poitou, Flandre, Artois, Picardie, Ile-de-France.* 645 p. Librairie Guillaumin et Cie, Paris, 1888. *III. Les populations du Midi.* 655 p. Librairie Guillaumin et Cie, Paris, 1893.

Bédier, J. *Les fabliaux.* Paris, 1895.

Bémont, Ch. *Recueil d'actes relatifs à l'administration des rois d'Angleterre en Guyenne au XIIIe siècle (Recogniciones feodorum in Aquitania).* Documents inédits. Paris, 1914.

Bémont, Ch. *La Guyenne pendant la domination anglaise, 1152-1453. Esquisse d'une bibliographie méthodique.* 45 p. Helps for Students of History, nº 27. Society for Promoting Christian Knowledge, London, 1920.

Bertin, J. *De la mainmorte au moyen âge.* Gray, 1896.

Blancard, L. *Le polyptyque de Vuadalde aux XVIIIe et IXe siècles.* Mémoires de l'Académie de Marseille, t. XXIII, p. 461 et sqq., 1877-1878.

Bloch, M. *L'origine et la date du Capitulare de villis.* Revue Historique, t. 143, 1923.

Bloch, M. *Les « colliberti ». Étude sur la formation de la classe servile.* Revue Historique, t. 157, p. 1-48, 225-263, 1928.

Bloch, M. *Une grande ordonnance domaniale de l'époque franque : le Capitulare de villis.* Ann. Hist. Écon. et Soc., 3e année, nº 11, p. 460-463, 1931.

Bloch, M. *La société féodale.* 2 vol., 472 et 281 p. Albin Michel, Paris, 1949.

Bloch, M. *Les caractères originaux de l'histoire rurale française.* Nouv. éd., 288 p. Colin, Paris, 1952.

Boissonnade, P. *La renaissance et l'essor de la vie et du commerce maritimes en Poitou, Aunis et Saintonge du Xe au XVe siècle.* Revue d'Hist. Écon. et Soc., p. 260-325, 1924.

Bonnemère, Eug. *Histoire des paysans, depuis la fin du moyen âge jusqu'à nos jours, 1200-1850.* Précédée d'une introduction, an 50 avant J.-C.-1200 après J.-C. 2 vol., 543 p. et 503 p. F. Chamerot, Paris, 1856.

Bonvalot, Ed. *Le Tiers État d'après la charte de Beaumont et ses filiales.* Paris, 1884.

Bonvalot, Ed. *Histoire du droit et des institutions de la Lorraine et des Trois Évêchés.* Paris, 1895.

Borderie (A. de la). *Mémoire sur le servage en Bretagne avant et depuis le Xe siècle.* Mémoires de la Société archéologique d'Ille-et-Vilaine, t. I, 1861.

Borderie (A. de la). *Recueil d'actes inédits des ducs et princes de Bretagne.* Mémoires de la Soc. Archéologique d'Ille-et-Vilaine, t. XVII, p. 1-87, 341-436, 1885-1887 ; t. XIX, p. 155 et sqq., 1889.

Borderie (A. de la). *Nouveau recueil d'actes inédits des ducs de Bretagne (XIIIe et XIVe siècles).* Mémoires de la Société Archéologique d'Ille-et-Vilaine, t. XXI, p. 91 et sqq., 1892 et t. XXII, p. 181 et sqq., 1893.

Borderie (A. de la). *Histoire de Bretagne.* 3 vol. Rennes, 1896-1899.

Boretius, Alf. *Capitularia regum Francorum.* Hannoverae, 1881.

Borrelli de Serres. *Recherches sur divers services publics du XIIIe au XVIIe siècle.* Paris, 1895.

Boucomont, Ant. *Des mainmortes personnelle et réelle en Nivernais.* Paris, 1896.

Boussard, J. *La vie en Anjou aux XIe et XIIe siècles.* Le Moyen Age, nos 1-2, p. 43 et suiv., 1950.

Boutaric (François de). *Traité des droits seigneuriaux et des matières féodales.* Nouvelle édition revue, corrigée et considérablement augmentée par M..., avocat au Parlement de Toulouse. IV-698 p. Jean-François Forest, Toulouse, 1767.

Boutruche, R. *L'histoire rurale de la France.* Journal des Savants, no 5, p. 200-209 ; no 6, p. 250-260, 1933.

Boutruche, R. *Les courants de peuplement dans l'Entre-Deux-Mers. Étude sur le brassage de la population rurale.* Ann. d'Hist. écon. et soc., t. VII, p. 13-37, 124-154, 1935.

Boutruche, R. *Aux origines d'une crise nobiliaire. Donations pieuses et pratiques successorales en Bordelais du XIIIe au XVIe siècle.* Ann. d'Hist. Sociale, t. I, p. 161-177, 257-277, 1939.

Boutruche, R. *Une société provinciale en lutte contre le régime féodal L'alleu en Bordelais et en Bazadais du XIe au XVIIIe siècle.* 277 p. Publications de la Faculté des Lettres de l'Université de Strasbourg, fasc. 102. Impr. P. Carrère, Rodez, 1947.

Boutruche, R. *La dévastation des campagnes pendant la guerre de*

Cent ans et la reconstitution agricole de la France. Publ. de la Faculté des Lettres de Strasbourg, fasc. 106, p. 127-163. Les Belles Lettres, Paris, 1947.

Boutruche, R. *La crise d'une société. Seigneurs et paysans du Bordelais pendant la guerre de Cent ans*. 596 p. Publications de la Faculté des Lettres de l'Université de Strasbourg, fasc. 110. Les Belles Lettres, Paris, 1947.

Bouyssou, L. *Étude sur la vie rurale dans la région d'Aurillac au XVe siècle*. Positions des Thèses de l'École des Chartes, 1941.

Boyer, P. *Le « Ruralium commodorum opus » de Pierre de Crescent*. Positions des Thèses de l'École des Chartes, p. 29-35, 1943.

Brissaud, J. *Le régime de la terre dans la société étatiste du Bas-Empire*. 1927.

Broussillon (Bertrand de). *La maison de Laval. Cartulaire de Laval et de Vitré*. 3 vol. Laval, 1896-1900.

Brussel, Nic. *Nouvel examen de l'usage général des fiefs en France pendant les XIe, XIIe, XIIIe et XIVe siècles*. 2 vol., 1046 p. et 102 p. Prud'homme et Robustel, Paris, 1727.

Brutails, J. A. *Étude sur l'esclavage en Roussillon du XIe au XVIIe siècle*. Nouv. Rev. Hist. du Droit, t. X, 1886.

Brutails, J. A. *Étude sur la condition des populations rurales du Roussillon au moyen âge*. 314 p. A. Picard, Paris, 1891.

Brutails, J. A. *Introduction au Cartulaire de Saint-Seurin de Bordeaux*. Bordeaux, 1897.

Brutails, J. A. *Les fiefs du roi et les alleux en Guyenne*. Ann. du Midi, p. 55-86, 1917.

Cambier, P. *La vie économique en France à la fin de la guerre de Cent ans*. Paris, 1942.

Cambridge economic history of Europe. T. I. *The agrarian life of the Middle Ages*. Cambridge, 1941.

Campana, H. *Étude historique sur le colonat et le servage*. Bordeaux, 1883.

Cancalon, V. *Histoire de l'agriculture depuis les temps les plus reculés jusqu'à la mort de Charlemagne*. Ducourtieux, Limoges, 1857.

Capitulare de villis vel curtis imperii Caroli Magni oder die Landgüterordnung Kaiser Karls des Grossen. Neu übersetzt und mit Erläuterungen versehen von Wilhelm Fleischmann. 76 p. P. Parey, Berlin, 1919 (Extrait du Landwirtschaftliche Jahrbücher, 53).

Carabie, R. *La propriété foncière dans le très ancien droit normand (XIe-XIIIe siècles)*. T. I. *La propriété domaniale*. 342 p. Caen, 1943.

Caseneuve. *Le franc-alleu de la province de Languedoc establi et défendu*. 2e éd. Toulouse, 1645.

Championnière. *De la propriété des eaux courantes*. Paris, 1846.

Chatton, E. (abbé). *Interprétation du mot quarterium (quartier) employé au moyen âge, en Lorraine, pour désigner une terre d'une certaine étendue et d'une certaine condition*. Bulletin de la Société d'Archéologie lorraine, III, p. 149-158, 1903.

Chénon, Em. *Étude sur l'histoire des alleux en France.* 246 p. L. Larose et Forcel, Paris, 1888.

Chevalier, C. (abbé). *Histoire de l'abbaye de Noyers au XIe et au XIIe siècle.* Mémoires de la Société archéologique de Touraine, t. XXIII, 1873.

Clément, M. *Étude sur les communautés d'habitants dans la province de Berry.* Châteauroux, 1893.

Clermont-Tonnerre (F. de). *Histoire technique de l'agriculture anglo-normande au XIIIe siècle.* Positions des Thèses de l'École des Chartes, 1932.

Clouzot, Et. *Les marais de la Sèvre niortaise et du Lay du Xe siècle à la fin du XVIe.* Paris, 1904.

Cochet-Cochet, Ch. *Notes historiques sur la Brie ancienne : ses terres, ses villages, ses cultures, ses monnaies, ses mesures, ses prix et ses salaires, son administration, sa vie, ses mœurs et ses coutumes.* 534 p. Impr. Legrand, Melun, 1933.

Colmant, P. *Les actes de l'abbaye de Marmoutier jusque vers le milieu du XIIe siècle.* Positions des thèses de l'École des Chartes, Mâcon, p. 51-56, 1907.

Crescentio, Piero. *De agricultura vulgare.* 234 p. et 6 f. Venetiis, Alessandro Bindoni, 1519.

Crozet, R. *Un village poitevin pendant les guerres du XIVe siècle : Vouzailles.* Société des Antiquaires de l'Ouest, 3e série, t. XII, p. 677-682, 1941.

Dareste de la Chavanne, C. *Histoire des classes agricoles en France depuis saint Louis jusqu'à Louis XVI.* 327 p. Librairie de Guillaumin et Cie, éditeurs, Paris, 1854.

Dargent, R. *Des droits de vaine pâture et de parcours.* Besançon, 1893.

De Baecker, L. *Histoire de l'agriculture flamande en France, depuis les temps les plus reculés jusqu'en 1789.* 129 p. Impr. L. Danel, Lille, 1858.

Debuisson, R. *Étude sur la condition des personnes et des terres d'après les coutumes de Reims du XIIe au XVIe siècle.* Reims, 1930.

Delatouche, R. *De l'esclave au paysan propriétaire.* Les Études Sociales, n. s., n°s 7-8, p. 1-11, octobre-décembre 1949.

Delatouche, R. *La répartition géographique des modes de faire-valoir en France. Quelques exemples de métayage dans le Maine et l'Anjou, du XIe au XIVe siècle.* Les Études Sociales, n. s., n°s 14-16, p. 8-18, décembre 1951.

Deléage, A. *Recueil des actes du prieuré de Saint-Symphorien d'Autun de 696 à 1300.* 313 p. Louis Taverne et Charles Chandioux, Autun, 1936.

Deléage, A. *La vie économique et sociale de la Bourgogne dans le haut moyen âge.* 2 vol., 698 p. et 1471 p. Impr. Protat Frères, Mâcon, 1941.

Deléage, A. *La vie rurale en Bourgogne jusqu'au début du XIe siècle.* 3 vol. Protat, Mâcon, 1941.

Delisle, L. *Étude sur la condition de la classe agricole et l'état de l'agriculture en Normandie, pendant le moyen âge.* Evreux, 1851.

Delisle, L. *Catalogue des actes de Philippe-Auguste.* Paris, 1856.

Delisle, L. *Histoire du château de Saint-Sauveur-le-Vicomte.* 1867.

Deloche, M. *Pagi et vicairies du Limousin aux IXe, Xe et XIe siècles.* 68 p. Klincksieck, Paris, 1899.

Denis, F. A. (abbé). *Lectures sur l'histoire de l'agriculture dans le département de Seine-et-Marne.* Meaux, 1881.

Déy, A. *Étude sur la condition des personnes, des biens et des communes du comté de Bourgogne pendant le moyen âge.* Paris-Besançon, 1870-1872.

Dion, R. *Viticulture ecclésiastique et viticulture princière au moyen âge.* Revue Historique, 78e année, t. CCXII, p. 1-22, juillet-septembre 1954.

Dognon, P. *Les institutions politiques et administratives du pays de Languedoc du XIIIe siècle aux guerres de religion.* Toulouse, 1895.

Doniol, H. *Histoire des classes rurales en France et de leurs progrès dans l'égalité civile et la propriété.* 2e éd., 522 p. Guillaumin et Cie, Paris, 1867.

Dubreuil, L. *Les vicissitudes du domaine congéable en Basse-Bretagne.* Rennes, 1915.

Du Cange (Carolus Du Fresne). *Glossarium ad scriptorum mediae.* 2 vol. Lugduni, 1688.

Du Chatellier. *L'agriculture et les classes agricoles de la Bretagne.* Paris, 1862.

Dumas, A. *Quelques observations sur la grande et la petite propriété à l'époque carolingienne.* Rev. hist. de Droit fr. et étr., 4e série, t. V, 1925.

Dupont, A. *Quelques aspects de la vie rurale en Septimanie carolingienne (fin du VIIIe-IXe siècle).* Annales de l'Institut d'Études Occitanes, Toulouse, nº 18, p. 11-28, avril 1954.

Dupré, A. *Études et documents sur le servage dans le Blésois.* Mémoires de la Soc. des Sciences et Lettres de Loir-et-Cher, t. VII, 1867.

Duvernoy, E. *Charte du XIe siècle pour Morville-sur-Seille.* Bulletin mensuel de la Société d'Archéologie lorraine, VI, p. 41-43, 1906.

Esmein, A. *Études sur les contrats dans le très ancien droit français.* 1883.

Fage, R. *La propriété rurale en Bas-Limousin pendant le moyen âge.* Paris, 1917.

Fauché Prunelle. *Les anciennes institutions des Alpes Cottiennes-Briançonnaises.* 2 vol. Grenoble, 1857.

Faucher, D. *Polyculture ancienne et assolement biennal dans la France méridionale.* Rev. Géogr. des Pyrénées et du Sud-Ouest, t. V, p. 241-255, 1934.

Favre, J. *Étude sur la condition des personnes et des terres en Bas-Languedoc, du Xe au XIIIe siècle.* Positions des Thèses de l'École des Chartes, 1933.

Finot, J. *Étude sur la mainmorte dans le bailliage d'Amont aux XIIIe, XIVe et XVe siècles.* Bull. Soc. d'Agriculture de la Haute-Saône, 1881.

FINOT, J. *Étude sur l'affranchissement des mainmortables de l'abbaye de Cherlieu.* Nouvelle Revue Historique de Droit français et étranger, 1881.

FINOT, J. *La Jacquerie et l'affranchissement des paysans de la terre de Faucogney en 1412.* Nouvelle Revue Historique de Droit français et étranger, t. VII, p. 293-360, 1883.

FINOT, J. *La mainmorte dans la terre de l'abbaye de Luxeuil.* Nouvelle Revue Historique de Droit français et étranger, t. XII, 1888.

FLACH, J. *Les origines de l'ancienne France. Xe et XIe siècles. I. Le régime seigneurial.* 475 p. L. Larose et Forcel, Paris, 1886.

FLAMMERMONT, J. *La Jacquerie en Beauvaisis.* Revue Historique, t. IX, p. 123 et suiv., 1879.

FOURNIER, M. *Les affranchissements du Ve au XIIIe siècle.* Revue Historique, t. XXI, 1883.

FOURNIER, M. *Table chronologique des documents relatifs à l'affranchissement (de 400 à 1290).* Bibliothèque de l'École des Hautes Études, fasc. LX, 1885.

FURGOLE, J.-B. *Traité de la seigneurie féodale universelle et du franc-alleu naturel.* 156 p. Hérissant, Paris, 1767.

FUSTEL DE COULANGES. *Histoire des institutions politiques de l'ancienne France. Tome IV. L'alleu et le domaine rural pendant l'époque mérovingienne.* Paris, 1889.

GABRIEL (abbé). *Les campagnes dans le Verdunois au XIe siècle.* Mémoires de la Société des Lettres, des Sciences et des Arts de Bar-le-Duc, 2e série, t. I, p. 115-165, 1882.

GALABERT, Fr. *Le repeuplement du Bas-Quercy après la guerre de Cent ans.* Bull. archéol. et histor. de la Soc. archéol. de Tarn-et-Garonne, t. IX, p. 198-212, 1881.

GALLAND, A. *Du franc-aleu et origine des droicts seigneuriaux.* Paris, 1637.

GANSHOF, Fr.-L. *Observations sur la localisation du Capitulare de villis.* Le Moyen Age, nos 3-4, p. 201-223, 1949.

GARSONNET. *Histoire des locations perpétuelles et des baux à longue durée.* Paris, 1879.

GENSOLEN, J. *Franc-aleu de Provence.* Aix-en-Provence, 1732.

GÉRAUD, J. *Traité des droits seigneuriaux.* Toulouse, 1680.

GIRAUD, Ch. *Essai sur l'histoire du droit français au moyen âge.* 2 vol. Paris, 1846.

GLASSON, E. *Histoire du droit et des institutions de la France.* 7 vol. 1887-1896 (Voir spécialement le t. IV. *La féodalité.* 762 p. F. Pichon, Paris, 1891).

GLASSON, E. *Communaux et communautés dans l'ancien droit français.* Nouvelle Revue historique de Droit français et étranger, t. XV, p. 446-479, 1891.

GRAND, R. *Le contrat de complant depuis les origines jusqu'à nos jours.* Recueil Sirey, Paris, 1917.

GRAND, R. *L'après-guerre en Bretagne au XVe siècle.* Mém. de la Soc. d'Hist. et d'Archéol. de Bretagne, t. II, p. 9-36, 1921.

Grand, R. et Delatouche, R. *L'agriculture au moyen âge, de la fin de l'Empire romain au XVIe siècle.* 740 p. Coll. « L'agriculture à travers les âges », tome III. E. De Boccard, Paris, 1950.

Grand, R. et Delatouche, R. *L'élevage du mouton au temps de Jehan de Brye (XIVe siècle).* Chambres d'Agriculture, 26e année, supplément au no 79, p. 3-6, 1er juillet 1955.

Grand, R. *Comment l'empirisme de nos pères avait résolu dans le haut moyen âge les principaux problèmes agraires qui nous occupent aujourd'hui.* Les Cahiers du Musée Social, Paris, no 3, p. 70-77, 1955.

Grandmaison (Ch. de). *Mémoire sur le servage en Touraine.* Introduction au *Livre des serfs de Marmoutier.* Mém. de la Soc. archéologique de Touraine, t. XVI.

Gras, P. *Le registre paroissial de Givry (*1343-1357*) et la peste noire en Bourgogne.* Bibliothèque de l'École des Chartes, t. C, p. 295-308, 1939.

Guérard, B. *Explication du cartulaire de villis.* Bibliothèque de l'École des Chartes, t. XIV, 1853 et Mém. Acad. Inscriptions et Belles Lettres, Paris, t. XXI, p. 202-203, 1857.

Guérin, I. *Recherches sur la vie rurale en Sologne aux XIVe et XVe siècles.* Positions des Thèses de l'École des Chartes, 1948.

Guilcher, A. *Le finage des champs dans le cartulaire de Redon.* Annales de Bretagne, t. 53, p. 140-144, 1946.

Guillouard. *Recherches sur les colliberts.* Bull. Soc. des Antiquaires de Normandie, t. IX, p. 332-380, 1878.

Guyot, G. A. *Traité des fiefs.* 5 t. en 6 vol. Paris, 1746-1751.

Halphen, L. *Le comté d'Anjou au XIe siècle.* Picard, Paris, 1906.

Halphen, L. *Étude sur les chroniques des comtes d'Anjou et des seigneurs d'Amboise.* Champion, Paris, 1906.

Halphen, L. *Étude critique sur l'histoire de Charlemagne... L'agriculture et la propriété rurale...* viii-314 p. Alcan, Paris, 1921.

Hanauer (abbé). *Les constitutions des campagnes de l'Alsace au moyen âge.* Colmar, 1864.

Hanauer (abbé). *Les paysans de l'Alsace au moyen âge ; étude sur les cours colongères.* Strasbourg, 1865.

Harlé, D. *La Jacquerie. Ses origines, son développement dans le Beauvaisis.* 45 p. Beauvais, 1897.

Harlé, P. *Les padouens du Bordelais.* Thèse de la Faculté de Droit de Bordeaux. Bordeaux, 1910.

Herbomez (A. d'). *Histoire des châtelains de Tournai de la maison de Mortagne.* 2 vol. 1895.

Higounet, Ch. *Le régime seigneurial et la vie rurale dans la commanderie du Burgaud.* Ann. du Midi, t. XLVI, p. 317-336, 1934.

Higounet, Ch. *Mouvements de la population dans le Midi de la France, du XIe au XVe siècle.* Ann. Écon. Soc. Civil., 8, no 1, p. 1-24, 1953.

Huvelin. *Essai historique sur les droits des marchés et des foires.* Paris, 1897.

Imbart de la Tour. *Les paroisses rurales dans l'ancienne France, du IVe au XIe siècle.* Revue Historique, 21e année, t. LX, p. 241-271 ; t. LXI, p. 10-44, 1897.

Inglot, St. *Essai sur la vie rurale et les colonges d'Alsace (XIe-XIIIe siècles)*. 224 p. Heitz et Cie, Strasbourg, 1932.

Joubert, A. *La vie agricole dans le Haut-Maine au XIVe siècle, d'après le rouleau inédit de Madame d'Olivet (1335-1342)*. Revue Historique et Archéologique du Maine, t. XIX, p. 274-301, 396-419, 1886.

Kühn, J. *Zur Kritik der Weistümer*. Festgabe Seeliger zum 60. Geburtstage dargebracht, Leipzig, p. 29-50, 1920.

Laboulaye, Ed. *Histoire du droit de propriété foncière en Occident*. Paris, 1839.

Lambert. *Essai sur le régime municipal et l'affranchissement des communes en Provence au moyen âge*. Toulon, 1882.

Lamprecht, K. *Étude sur l'état économique de la France pendant la première partie du moyen âge*. Traduit par Marignan. Paris, 1889.

Lanéry d'Arc, P. *Du franc-aleu*. Paris, 1888.

Langlois, Ch.-V. *Le règne de Philippe III*. Paris, 1887.

Langlois, Ch.-V. *La société au moyen âge d'après les fabliaux*. Revue Bleue, 22 août et 5 septembre 1891.

Langlois, Ch.-V. *La vie en France au moyen âge, de la fin du XIIe au milieu du XIVe siècle*. 3 vol. Hachette, Paris, 1926-1927.

La Poix de Fréminville. *La pratique universelle pour la rénovation des terriers et des droits seigneuriaux*. Paris, 1775.

La Thaumassière (Gaspard Thaumas de). *Le franc-aleu de la province de Berry*. Bourges, 1700.

Latouche, R. *Histoire du Comté du Maine pendant le Xe et le XIe siècle*. 205 p. Bibliothèque de l'École des Hautes Études, fasc. 183. Librairie Honoré Champion, Paris, 1910.

Latouche, R. *L'exploitation agricole dans le Maine du XIIIe au XVIe siècle*. Annales de Bretagne, t. LI, n° 15, 1944.

Latouche, R. *Défrichement et peuplement rural dans le Maine du IXe au XIIIe siècle*. Le Moyen Age, t. LIV, p. 77-87, 1948.

Lecoy de la Marche. *La société au XIIIe siècle*. Paris, 1880.

Lefebvre des Noëttes, V. *L'attelage. Le cheval à travers les âges. Contribution à l'histoire des esclavages*. Paris, 1931.

Le Guinier, M. *Le bail à domaine congéable, des origines à la Révolution*. Positions des Thèses de l'École des Chartes, p. 100-115, 1949.

L'Éleu, A. *Des communautés rurales dans l'ancienne France jusqu'à la fin du XIIIe siècle*. 173 p. Rousseau, Paris, 1896.

Lempereur. *Les droits seigneuriaux dans les terres de l'ancien évêché de Rodez, au XIIIe siècle*. Comité des Travaux Historiques. Bulletin Historique et Philologique, 1894.

Lesne, E. *La dîme des biens ecclésiastiques aux IXe et Xe siècles*. Revue d'Histoire Ecclésiastique, XIII, p. 477-503, 659-673, 1912 ; XIV, p. 97-112, 489-503, 1913.

Lesne, E. *L'indominicatum dans la propriété foncière des églises à l'époque carolingienne*. Revue d'Histoire Ecclésiastique, XXVII, p. 74-85, 1931.

LESPINASSE (R. de). *Notice sur les redevances roturières du Nivernais, appelées bordelages*. Bibliothèque de l'École des Chartes, t. XXIX.

LESPINASSE (R. de). *Registre terrier de l'évêché de Nevers, en 1287*. Bull. Soc. Nivernaise des Sciences, Lettres et Arts, t. IV, 1870.

LIÈVRE, A.-F. *L'Angoumois à la fin de la guerre de Cent ans*. Bull. Hist. et Philolog. du Comité des Travaux historiques et scientifiques, p. 93-97, 1889.

LIZERAND, G. *Le régime rural de l'ancienne France*. 192 p. Presses Universitaires de France, Paris, 1942.

LOBINEAU (Dom). *Histoire de Bretagne*. 2 vol. 1707.

LODGE, E. *Serfdom in the Bordelais*. English Historical Review, nº 71, 1903.

LOT, F. *Le premier capitulaire de Charlemagne*. Annuaire de l'École pratique des Hautes-Études, p. 7-16, 1924-1925.

LOT, F. *L'impôt foncier et la capitation personnelle sous le Bas-Empire et à l'époque franque*. Paris, 1928.

LOT, F. *L'état des paroisses et des feux de 1328*. Bibliothèque de l'École des Chartes, t. XC, 1929.

LUC, P. *Vie rurale et pratique juridique en Béarn aux XIVe et XVe siècles*. 263 p. Impr. F. Boisseau, Toulouse, 1943.

LUCE, S. *Histoire de la Jacquerie*. Paris, 1859.

LUCHAIRE, Ach. *Histoire des institutions monarchiques de la France sous les premiers Capétiens*. 2 vol. Paris, 1883.

LUCHAIRE, Ach. *Études sur les actes de Louis VII*. 1885.

LUCHAIRE, Ach. *Les communes françaises à l'époque des Capétiens directs*. 299 p. Hachette et Cie, Paris, 1911.

LUCHAIRE, Ach. *Manuel des institutions françaises. Période des Capétiens directs*. Paris, 1892.

MAHUL. *Cartulaire et archives des communes de l'ancien diocèse et de l'arrondissement administratif de Carcassonne*. 6 vol. 1857.

MAILLART, G. (Melle). *Les classes rurales dans la région marnaise au moyen âge (jusqu'en 1328)*. 129 p. A. Brulliard, Saint-Dizier, 1929.

MANNEVILLE (Aymar de). *De l'état des personnes et des terres dans la paroisse d'Amblainville (Vexin français) du XIIe au XVe siècle*. 389 p. Impr. D. Père, Beauvais, 1890.

MARC, J. *Contribution à l'étude du régime féodal sur le domaine de l'abbaye de Saint-Seine*. Revue Bourguignonne de l'Enseignement Supérieur, 1896.

MARCILLY, M. *Coutumes générales du bailliage de Troyes en Champagne*. 645 p. Hérissant Fils, Paris, 1768.

MARCHEGAY, P. *Les colliberts de Saint-Aubin d'Angers*. Bibliothèque de l'École des Chartes, p. 409 et sqq., 1856.

MARCHEGAY, P. *Notices et pièces historiques sur l'Anjou, l'Aunis et la Saintonge, la Bretagne*. Saumur, 1872.

MASPÉTIOL, R. *L'ordre éternel des champs*. 588 p. Librairie de Médicis, Paris, 1946.

MAULDE (R. de). *Étude sur la condition forestière de l'Orléanais au moyen âge et à la Renaissance*. Herluison, Orléans, 1871.

Maury, Alfr. *Les forêts de la Gaule et de l'ancienne France.* Paris, 1867.

Melleville. *La condition civile et politique des serfs dans le département de l'Aisne.* Bull. Soc. Académique de Laon, t. IX, 1859.

Melleville. *Histoire de l'affranchissement communal dans les anciens diocèses de Laon, Soissons et Noyon.* 1873.

Mémain, R. *Les misères de la guerre en Bas-Poitou aux XIVe et XVe siècles.* Soc. des Antiquaires de l'Ouest, 3e série, t. XII, p. 651-676, 1941.

Ménault, E. *Essais historiques sur les villages de la Beauce. Morigny, son abbaye, sa chronique et son cartulaire.* Paris, 1867.

Mérimée, Pr. *La Jacquerie, scènes féodales,* suivies de *La Famille de Carvajal.* 528 p. Librairie Romantique, Bruxelles, 1828.

Mérimée, Pr. *La Jacquerie* suivie de *La Famille de Carvajal.* Texte établi et annoté avec une introduction par Pierre Jourda. XXXII-462 p. Librairie Ancienne Honoré Champion, Paris, 1931.

Mérimée, Pr. *La Jacquerie.* Préface d'Aragon. 296 p. Les Éditeurs Réunis, Paris.

Metz, W. *Das Problem des Capitulares de villis.* Z. f. Agrargesch. und Agrarsoziol., 2, p. 96-104, 1954.

Molinier, A. *Les obituaires français au moyen âge.* Paris, 1890.

Molinier, Aug. *Étude sur l'administration féodale dans le Languedoc,* in *Histoire du Languedoc,* nouv. éd., t. VII.

Mollat, G. *Les désastres de la guerre de Cent ans en Bretagne.* Ann. de Bretagne, t. XXVI, p. 168-177, 1911.

Monneraye (Jean de la). *L'agriculture au moyen âge, de la fin de l'empire romain au XVIe siècle, par R. Grand, avec la collaboration de R. Delatouche.* Bibliothèque de l'École des Chartes, CXI, année 1953, p. 262-269, 1954.

Montaiglon (A. de) et Raynaud, G. *Recueil général et complet des fabliaux des XIIIe et XIVe siècles.* 6 vol. Paris, 1872-1888.

Navel, H. *Note sur les vavassories.* Revue hist. de Droit fr. et étr., 1925.

Patzelt, E. *Grundherrschaft und bäuerliches Weistumsrecht.* Archiv für Kulturgeschichte, XX, p. 1-15, 1930.

Perrin, Ch.-Edm. *Catalogue des chartes de franchises de la Lorraine antérieures à 1350.* Annuaire de la Société d'Histoire et d'Archéologie de la Lorraine, XXXIII, p. 269-413, 1924.

Perrin, Ch.-Edm. *De la condition des terres dites ancingae.* Mélanges F. Lot, Paris, p. 619-640, 1925.

Perrin, Ch.-Edm. *Sur le sens du mot « centena » dans les chartes lorraines du moyen âge.* Bulletin du Cange, V, p. 167-198, 1929-1930.

Perrin, Ch.-Edm. *La chronique de Chaumousey. Contribution à l'histoire ancienne de l'abbaye de Remiremont.* Annuaire de la Fédération historique lorraine, IV, p. 265-280, 1931-1932.

Perrin, Ch.-Edm. *Essai sur la fortune immobilière de l'abbaye alsacienne de Marmoutier aux Xe et XIe siècles.* Collection d'Études sur l'histoire du droit et des institutions de l'Alsace, X, Strasbourg, 1935.

Perrin, Ch.-Edm. *Recherches sur la seigneurie rurale en Lorraine d'après les plus anciens censiers (IXe-XIIe siècle)*. 812 p. Publications de la Faculté des Lettres de l'Université de Strasbourg, fascicule 71. Les Belles Lettres, Paris, 1935.

Perrin, Ch.-Edm. *Esquisse d'une histoire de la tenure rurale en Lorraine au moyen âge.* Dans *La Tenure.* Recueils de la Société Jean Bodin, III, p. 137-163. Nouvelle Société d'Éditions, Bruxelles, 1938.

Person, A. *De l'allodialité en Champagne.* Thèse de la Faculté de Droit de Paris. Paris, 1907.

Petit, A. *La métairie perpétuelle en Limousin au XVe siècle.* Nouv. Revue historique de Droit français et étranger, p. 365-418, 1919.

Petot, P. *L'évolution du servage dans la France coutumière du XIe au XIVe siècle.* Recueils de la Société Jean Bodin, p. 155-164, 1937.

Petot, P. *Observations sur la théorie des tenures dans le droit français du moyen-âge.* Dans *La Tenure.* Recueils de la Société Jean Bodin, III, p. 131-136. Nouvelle Société d'Éditions, Bruxelles, 1938.

Pfister, Chr. *Études sur le règne de Robert le Pieux.* Paris, 1885.

Pfister, Chr. *Les revenus de la collégiale de Saint-Dié au Xe siècle.* Annales de l'Est, III, p. 514-542, 1888.

Picard, E. *Des délits et des peines en matière forestière au moyen âge.* Dejussieu père et fils, Autun, 1891.

Plaine (dom). *Les prétendues terreurs de l'an mille.* Revue des Questions Historiques, 1873.

Plaisance, G. *Les Cisterciens et la forêt.* Revue du Bois, vol. X, no 7-8, p. 3-8, 1955.

Polyptyque de l'abbé Irminon. Avec des *Prolégomènes*, par B. Guérard. 2 vol. Paris, 1844 ; nouvelle édition par Aug. Longnon, 2 vol. Paris, 1895.

Polyptyque de l'abbaye de Saint-Remi de Reims. Publié par B. Guérard, Paris, 1853.

Pourrat, H. *L'homme à la bêche. Histoire du paysan.* 258 p. Flammarion, Paris, 1941.

Poux, J. *Essai sur le commun de paix ou pezade dans le Rouergue et dans l'Albigeois.* Positions des thèses des élèves de l'École des Chartes, 1898.

Prévost, G. A. *L'Église et les campagnes au moyen âge.* Paris, 1892.

Prost, Aug. *Étude sur le régime ancien de la propriété. La vesture et la prise de ban à Metz.* Paris, 1880.

Prudhomme, A. *La charte communale de Veynes (Hautes-Alpes), 17 novembre 1296.* Nouvelle Revue Historique de Droit français et étranger, t. 9, p. 527-557, 1885.

Quantin, J. *Recherches sur le Tiers état au moyen âge dans les pays qui forment aujourd'hui le département de l'Yonne.* 1851.

Raynal, L. *Histoire du Berry.* 4 vol. Bourges, 1844.

Régné, J. *La vie économique et sociale dans cent cinquante localités du Vivarais d'après les « estimes » de 1464.* Aubenas, 1925.

Régné, J. *La vie économique et les classes sociales en Vivarais au lendemain de la guerre de Cent ans.* Aubenas, 1926.

RÉMOND, A. *Quelques aspects de la vie sociale dans le théâtre, à Langres, vers la fin du moyen âge.* Revue d'Histoire économique et sociale, vol. 33, nº 1, p. 19-76, 1955.

RENAULDON, J. *Traité des droits seigneuriaux.* Paris, 1765.

RENAULDON, J. *Dictionnaire des fiefs et des droits seigneuriaux utiles et honorifiques.* XXIII-301 p. Knapen, Paris, 1765.

RENOUARD, Y. *Conséquences et intérêt démographiques de la peste noire de 1348.* Population, 3e année, nº 3, p. 459-466, juillet-septembre 1948.

RÉVILLE, A. *Les paysans au moyen âge (XIIIe et XIVe siècles).* Revue Internationale de Sociologie, p. 20-22, 1896.

RIBBE (Ch. de). *La société provençale à la fin du moyen âge.* Paris, 1898.

RICHARD, A. *Les colliberts.* Mémoires de la Société des Antiquaires de l'Ouest, t. XXXIX, 1875.

RICHARD, J.-M. *Thierry d'Hireçon, agriculteur artésien (décédé en 1328).* Bibl. de l'École des Chartes, t. LIII, p. 383-416, 571-604, 1892.

RICHARD, J. *Le commerce médiéval du vin : un aperçu d'ensemble.* Ann. de Bourgogne, 25, nº 4, p. 263-264, 1953.

RIOUFOL, M. *Origine et histoire des droits de banalités.* 155 p. Impr. J. Thomas, Saint-Étienne, 1899.

RIVIÈRE, Arm. *Histoire des biens communaux en France, depuis leur origine jusqu'à la fin du XIIIe siècle.* Paris, 1856.

ROBILLARD DE BEAUREPAIRE (Ch. de). *Notes et documents concernant l'état des campagnes de la Haute-Normandie dans les derniers temps du moyen âge.* Evreux et Rouen, 1865.

ROBINET, N. et GILLANT, P. *Pouillé du diocèse de Verdun.* 4 vol. Verdun, 1888-1910.

ROBIOU, F. *Les populations rurales en France de la fin des Croisades à l'avènement des Valois.* Revue des Questions Historiques, t. XVIII, p. 425-426, 1875.

ROBLIN, M. *Le terroir de Paris aux époques gallo-romaine et franque. Peuplement et défrichement dans la « civitas » des Parisii (Seine et Seine-et-Oise).* 386 p. Picard, Paris, 1951.

ROMAN, J. *Chartes de libertés ou de privilèges de la région des Alpes.* Nouvelle Revue Historique de Droit français et étranger, t. 9, p. 436-453, 659-679, 1885.

ROSIÈRES, R. *La légende de l'an mille.* Revue Politique et Littéraire, 1878.

ROUPNEL, G. *Le régime féodal dans le bourg de Châtillon-sur-Seine.* Revue Bourguignonne d'Enseignement Supérieur, t. VI, p. 167-294, 1896.

ROUPNEL, G. *Histoire de la campagne française.* 21e éd. 289 p. Grasset, Paris, 1955.

ROY, J. J. E. *Charlemagne et son siècle.* 16e éd. Tours, 1880.

ROY, Jules. *L'an mille.* 351 p. Librairie Hachette et Cie, Paris, 1885.

SAGNAC, Ph. et CARON, P. *Les comités des droits féodaux et de législation et l'abolition du régime féodal.* 1907.

SAIGE, G. *Une alliance défensive entre propriétaires allodiaux au XIIIe siècle.* Bibliothèque de l'École des Chartes, t. XXII, p. 374-383, 1861.

SAINT-JACOB (P. de). *Études sur l'ancienne communauté rurale en Bourgogne.* Annales de Bourgogne, 1941, 1943 et 1946.

SAINT-JACOB (P. de). *La structure du manse.* Ann. de Bourgogne, XV, p. 173-184, 1943.

SALVAING (Denis de). *De l'usage des fiefs et autres droits seigneuriaux en Dauphiné.* Grenoble, 1731.

SARS, M. *La population rurale du Vermandois en 1469.* Bull. de la Soc. Histor. de la Haute-Picardie, t. XV, p. 103-107, 1937.

SCHMIDT, Ch. *Les seigneurs, les paysans et la propriété rurale en Alsace au moyen âge.* Extrait des Annales de l'Est, 1897.

SCLAFERT, Th. (Melle). *Le Haut-Dauphiné au moyen âge.* 765 p. Paris, 1926.

SCLAFERT, Th. *Usages agraires dans les régions provençales avant le XVIIIe siècle. Les assolements.* Revue de Géographie Alpine, t. XXIX, p. 471-492, 1941.

SECRETAN, Ph. *Un grand livre sur le moyen âge.* A propos du livre de R. Grand et R. Delatouche : *L'agriculture au moyen âge.* Les Études Sociales, n. s., n° 13, p. 18-24, mai 1951.

SÉE, H. *Études sur les classes serviles en Champagne du XIe au XIVe siècle.* Revue Historique, t. LVI, 1894 et t. LVII, 1895.

SÉE, H. *Étude sur les classes rurales en Bretagne au moyen âge.* 134 p. Alph. Picard et Fils, Paris ; Plihon et Hervé, Rennes, 1896 (Extrait des Annales de Bretagne, t. XI et XII).

SÉE, H. *Les classes rurales et le régime domanial en France au moyen âge.* 638 p. Bibliothèque Internationale d'Économie Politique. V. Giard et E. Brière, Paris, 1901.

SEIGNOBOS, Ch. *Le régime féodal en Bourgogne jusqu'en 1360.* Paris, 1882.

SERRIGNY, D. *Des aleux.* Revue Critique de Législation et de Jurisprudence, n. s., t. III, p. 472-486, 1873-1874.

SION, J. *Les paysans de la Normandie orientale.* 544 p. Librairie Armand Colin, Paris, 1908.

SOULGÉ. *Le régime féodal et la propriété paysanne. Essai d'introduction à la publication des terriers foréziens.* Paris, 1923.

SPITZER. *Französisch pouillé « Register der geistlichen Stiftungen ».* Archivum Romanicum, IX, p. 72-73, 1925.

SPONT, A. *La taille en Languedoc de 1450 à 1515.* Annales du Midi, t. II, p. 365-384, 478-513, 1890 ; t. III, p. 482-494, 1891.

STOUFF, L. *Les comtes de Bourgogne et leurs villes domaniales.* Nouvelle Revue Historique du Droit, 1898.

STROWSKI, St. *La censive et le fief roturier en Bretagne. Contribution à l'étude du droit breton médiéval.* Paris, 1922.

TANON. *Histoire des justices des anciennes églises et communautés monastiques de Paris.* Paris, 1883.

Tanon, L. *Registre civil de la seigneurie de Villeneuve-Saint-Georges (1371-1373)*. Nouvelle Revue historique de Droit français et étranger, t. X, p. 52-96, 182-218, 1886.

Tardif, E. J. *Les chartes mérovingiennes de l'abbaye de Noirmoutier, avec une étude sur la chronologie du règne de Dagobert II.* 69 p. Larose, Paris, 1899.

Taylor, Ch.-H. *Note on the origin of the polyptychs.* Mélanges d'Histoire offerts à H. Pirenne, II, p. 475-481. Bruxelles, 1926.

Tenant de la Tour, G. *L'homme et la terre, de Charlemagne à Saint Louis.* 744 p. Paris, 1943.

Thirion, P. *Les échevinages ruraux aux XII*e *et XIII*e *siècles dans les possessions des églises de Reims*, dans les *Études d'histoire du moyen âge*, p. 317-329, 1896.

Tholin, G. *Notes sur la féodalité en Agénois au milieu du XIII*e *siècle.* Revue de l'Agenois, p. 47-59, 144-157, 257-266, 1897 ; p. 171-179, 1898.

Tochon, P. *Histoire de l'agriculture en Savoie.* Chambéry, 1871.

Tulippe, O. *Le manse à l'époque carolingienne.* Annales de la Soc. Scient. de Bruxelles, Série D, Sciences Économiques, t. LVI, p. 238-252, 1936 (Fasc. 33 des Travaux du Cercle des Géographes Liégeois et fasc. LIII des Travaux du Séminaire de Géographie de l'Université de Liège).

Turc, L. *La forêt de Saint-Guilhem au début du XIV*e *siècle.* Revue des Eaux et Forêts, 1937.

Turc, L. *Sylviculture et paysages forestiers de la Franche-Comté médiévale.* La Nouvelle Revue Franc-Comtoise, Dôle, octobre 1954.

Vaissette et Devic. *Histoire du Languedoc.* Nouv. éd., 12 vol. Toulouse, 1874-1889.

Vaultier, R. *Jehan de Brye, le bon berger.* L'Agriculture Pratique, 119e année, n° 7, p. 309-310, juillet 1955.

Villeneuve (Henry de). *Du domaine congéable ou bail à convenant.* Paris, 1883.

Viollet, P. *La communauté des moulins et des fours au moyen âge.* 16 p. Revue Historique, t. 32, 1886.

Viollet, P. *Histoire des institutions politiques et administratives de la France. Tome II. Moyen âge.* Larose, Paris, 1898.

Wace. *Roman de Rou ou Geste des Normands.* Pluquet, Rouen, 1827.

Wace. *Le Brut ou Geste des Bretons.* D'après l'*Historia Britonum* de Geoffroi de Monmouth (1155). Publié par Leroux de Lincy, Rouen, 1836-1838.

Waddington, Ch.-H. *Note sur la dépopulation des campagnes gâtinaises pendant la guerre de Cent ans et leur reconstruction économique.* Ann. Soc. histor. et archéol. du Gâtinais, t. 39, p. 164-178, 1930.

Bibliographie

LES LIVRES

M. Chambry. — *Moutons de plein air. Création et exploitation des troupeaux.* Nouv. éd., 260 p., 37 fig. La Maison Rustique, Paris, 1955. Prix : 775 fr. français.

L'effectif du cheptel ovin français augmente constamment depuis la libération. Toutefois, il ne peut répondre encore qu'à une partie des demandes des consommateurs. En outre, la production de la laine est nettement insuffisante. Si l'on ajoute que les cours de la viande d'agneau demeurent fermes, on comprendra aisément que l'élevage du mouton de plein air soit à l'ordre du jour. Michel Chambry traite ici des différentes méthodes dudit élevage et expose tout ce qu'il faut connaître au sujet de la conduite rationnelle des troupeaux. Il donne aussi un aperçu des travaux nécessaires à la bonne marche de l'exploitation ainsi qu'à l'entretien et à l'amélioration des prairies.

H. Girard et H. Rouy. — *Le bon herbager.* Nouv. éd., 288 p., 62 fig. La Maison Rustique, Paris, 1955. Prix : 880 fr. français.

La recherche de débouchés nouveaux, une meilleure organisation du marché et une exploitation plus intensive des herbages conduiront, en France, au développement nécessaire de l'élevage des bovins de boucherie. La première partie du présent ouvrage est consacrée à la technique : création, amélioration, entretien et exploitation des pâturages ; achat, alimentation, engraissement, hygiène, maladies des animaux ; transport et vente des bêtes grasses. La seconde partie concerne l'étude économique de la production et de la consommation de la viande de boucherie.

Divers auteurs. — *Cattle of Britain* (Le bétail de la Grande-Bretagne). Bull. nº 167 of the Ministry of Agriculture, 42 p., 21 pl. hors texte. Her Majesty's Stationery Office, London, 1955. Prix : 4 s.

Description des races bovines auxquelles l'élevage en Grande-Bretagne doit sa renommée : Aberdeen, Angus, Devon, Dexter, Galloway, Guernsey, Hereford, Jersey, Shorthorn, Sussex, etc.

L. N. Flawn. — *Tomato growing for the amateur* (Culture de la tomate à la portée de l'amateur). 95 p., 25 fig., 9 pl. hors texte. W. and G. Foyle Ltd., London, 1955. Prix : 2 s. 6 d.

L'amateur trouvera dans ce petit traité les conseils qui lui permettront d'obtenir une récolte abondante et saine de tomates, en serres chauffées, en serres froides, sous cloches ou en plein air.

Ed. A. ARMSTRONG. — *The Wren* (Le Troglodyte). 312 p., 41 fig., 8 pl. hors texte. The New Naturalist Special Volumes, n° 3. Collins, London, 1955. Prix : 30 s.

Cette remarquable monographie ornithologique retrace minutieusement les diverses phases de la vie du Troglodyte en Grande-Bretagne. Des comparaisons suggestives sont faites entre les différentes races de Troglodytes et les autres types de passereaux appartenant à ce genre.

COMMONWEALTH ECONOMIC COMMITTEE. — *Industrial fibres* (Fibres industrielles). 184 p. Her Majesty's Stationery Office, London, 1955. Prix : 5 s.

Revue mondiale d'ensemble de la production, du commerce, de la consommation et des stocks des fibres industrielles suivantes : coton, laine, soie, lin, jute, sisal, agave, chanvre, mohair, kapok, fibre du fruit du cocotier, polymères naturels, rayonne et autres fibres synthétiques dues à l'ingéniosité humaine.

C. E. MONTAGUE. — *A writer's notes on his trade* (Notes d'un écrivain sur son métier). 192 p. Pelican Books, A 219. Penguin Books, Harmondsworth, 1952. Prix : 2 s. 6 d.

Romancier, journaliste, critique littéraire et dramatique, C. E. MONTAGUE analyse les techniques qu'un écrivain doit mettre en œuvre pour réussir dans son métier. Bien que consacrées à la prose littéraire, ces dissertations seront lues utilement par les agronomes qui se proposent de rédiger leurs travaux scientifiques.

G. W. HIMUS. — *A dictionary of geology*. 153 p., nombr. fig., 16 pl. hors texte. Penguin Reference Books, R 8. Penguin Books, Harmondsworth, 1952. Prix : 2 s. 6 d.

Grâce aux commentaires explicatifs du présent dictionnaire, le profane comprendra aisément les textes relatifs à la géologie.

A. E. TRUEMAN. — *Geology and scenery in England and Wales* (Géologie et sites de l'Angleterre et du pays de Galles). 349 p., 95 fig. Pelican Books A 185. Penguin Books, Harmondsworth, 1952. Prix : 2 s. 6 d.

L'auteur se préoccupe de montrer comment les faits géologiques sont intervenus dans le modelage des principaux sites de l'Angleterre et du Pays de Galles et comment ils ont influencé leur économie rurale. Chaque type de campagne fait l'objet d'un chapitre séparé et les paysages les plus complexes sont décrits en dernier lieu. Un glossaire de quelques termes techniques termine l'ouvrage.

W. H. JOHNSON. — *If you must write* (Si vous devez écrire). 2e éd. revue et augmentée, 98 p. Hutchinson, London, 1955. Prix : 4 s.

W. H. JOHNSON dispense à tous ceux qui sont appelés à écrire et à faire imprimer leurs textes — et les agronomes sont dans ce cas — les conseils les plus judicieux. Il souligne les fautes et les erreurs de style

à éviter. Il consacre des chapitres spéciaux à l'écriture technique, à la préparation des manuscrits et à leur impression, au métier d'éditeur.

H. Daniel and F. Minot. — *The inexhaustible sea* (La mer inépuisable). 239 p., 25 pl. hors texte. Macdonald, London, 1955. Prix : 16 s.

Les ressources illimitées des océans suppléeront, au moment critique, au rendement limité des sols et assureront ainsi la pérennité de la population mondiale. Le livre se lit avec agrément. Les auteurs décrivent très bien les débuts de l'océanographie et mentionnent en détail les richesses minérales et biologiques que recèlent les mers, mais ils ne soulignent pas assez les difficultés qui seraient à surmonter pour exploiter à fond lesdites richesses. Il est regrettable aussi que le livre ne soit pas terminé par un index.

R. E. Barker. — *Small fruits* (« Petits » fruits). 62 p., 17 fig. The Small Garden Library. William Heinemann Ltd., Melbourne, London and Toronto, 1955. Prix : 4 s.

Cette petite monographie de R. E. Barker, intelligemment adaptée à la Grande-Bretagne par C. E. Lucas Phillips traite de la culture des plantes portant des « petits fruits » : fraisiers, framboisiers, *Rubus* améliorés et ronces hybrides, groseilliers, vignes.

M. Abercrombie, C. J. Hickman and M. L. Johnson. — *A dictionary of biology*. 250 p., 10 fig. Penguin Reference Books, R 3. Penguin Books, Harmondsworth, 1955. Prix : 2 s. 6 d.

Ce petit dictionnaire, judicieusement établi, permettra l'acquisition aisée du vocabulaire de la biologie, science qui, de nos jours, a pris une ampleur inouïe.

E. B. Uvarov and D. R. Chapman. — *A dictionary of science*. 240 p., 19 fig. Penguin Reference Books, R 1. Penguin Books, Harmondsworth, 1954. Prix : 2 s. 6 d.

Par ses définitions claires et ses explications précises des termes utilisés en chimie, physique et mathématiques élémentaires, le présent dictionnaire rendra les plus précieux services aux étudiants et à ceux qui s'intéressent aux sciences.

Annuaire des Chambres d'Agriculture, 1955-1958. 120 p. Maison des Chambres d'Agriculture, Paris, 1955.

Dans cet annuaire, on trouvera les noms et les fonctions exercées par les membres des bureaux ainsi que le *curriculum vitae* des nonante-trois présidents des Chambres d'Agriculture de France et d'Algérie. C'est un instrument de documentation et de travail indispensable à quiconque désire entreprendre une action professionnelle agricole sur des bases efficaces.

C. H. Waddington. — *The scientific attitude*. 175 p. Pelican Books, A 84. Penguin Books, Harmondsworth, 1948. Prix : 2 s. 6 d.

Le présent livre traite de l'attitude du savant d'après-guerre. Elle doit être tolérante, compréhensive et amicale. De plus en plus, la science sera l'inspiratrice la plus haute du comportement humain. Elle doit conduire l'homme à une façon de vivre toujours plus haute. L'auteur examine les aspects culturels de la science et dégage les liens qui unissent ladite science à l'histoire, aux arts, à l'éthique et à la politique.

W. C. MOORE and F. J. MOORE. — *Cereal diseases* (Maladies des céréales). Bull. n° 129 of the Ministry of Agriculture, 44 p., 8 pl. hors texte. Her Majesty's Stationery Office, London, 1950. Prix : 3 s.

Les auteurs décrivent les viroses, les maladies cryptogamiques et bactériennes ainsi que les troubles non parasitaires qui peuvent affecter les céréales. Ils indiquent les moyens de les identifier et d'y parer.

R. C. ANTOINE et L. E. LALOYAUX. — *Le débit des bois à la scie à ruban. I. Introduction à l'étude du sciage des principaux bois du Congo belge.* 31 p., 8 fig. *II. Étude du sciage de Chlorophora excelsa.* 77 p., 33 fig., 2 abaques. Publ. INÉAC, Bruxelles. Sér. Techn., n°s 46 et 47, 1955.

Le premier fascicule comprend une description du matériel expérimental ainsi qu'un exposé et une justification des techniques appliquées à l'étude du débit de différents bois tropicaux. Dans le deuxième fascicule, consacré au sciage de *Chlorophora excelsa*, les auteurs envisagent les problèmes inhérents à la nature du bois, au choix de l'outil le plus adéquat, aux conditions d'un travail efficace et à la rentabilité du débit.

R. St. BARBE BAKER. — *Sahara challenge* (Le défi du Sahara). 152 p., 49 photos hors texte. Lutterworth Press, London, 1954. Prix : 15 s.

Richard ST. BARBE BAKER a dirigé récemment une exploration à travers les régions désolées du Sahara. La caravane visita aussi la Nigérie, la région du Lac Tchad, le nord du Congo belge, l'Uganda et le Kenya. Les voyageurs ont pu constater que le désert s'avance vers le sud, menaçant la vie d'un continent. L'homme se doit de relever son défi. L'auteur expose les mesures à prendre pour résoudre le problème.

W. J. BEAN. — *Shrubs for amateurs* (Buissons ornementaux pour amateurs). 127 p., 6 pl. hors texte. Country Life, London, 1955. Prix 15 s.

Cette troisième édition du traité de W. J. BEAN a été revue et augmentée par S. A. PEARCE des *Royal Botanic Gardens*, à Kew. Elle contient tout ce que l'amateur doit connaître sur le choix des arbustes ornementaux et sur leur culture. Les espèces ont été classées par ordre alphabétique, depuis les *Abelia* jusqu'aux *Zanthoxylum*.

XXX. — *Le marché des pommes et des poires dans les pays de l'O.E.C.E.* 41 p. L'Organisation Européenne de Coopération Économique, Paris, 1956. Prix : 150 fr. fr.

Dans la présente publication, on trouvera une répartition géographique de la production des pommes et des poires dans les pays de l'O. E. C. E. ainsi que la situation du marché de ces fruits au cours des dernières années. On y a consigné aussi les prévisions établies en octobre 1955 concernant les récoltes et les perspectives d'échanges au cours de la campagne 1955-1956.

DIVERS AUTEURS. — *Farmer and stock-breeder year book and desk diary 1956* (Annuaire et agenda du fermier et de l'éleveur pour 1956). 396 p., nombr. ill. Farmer and Stock-Breeder, London, 1955. Prix : 12 s. 6 d.

L'édition 1956 de l'Annuaire du fermier est présentée d'une façon plus luxueuse qu'antérieurement. Elle débute par un Agenda sur les pages duquel pourront être consignés, entre autres, les événements marquants de la journée du cultivateur ou de l'éleveur. Elle contient un article remarquable traitant des aspects actuels de la mécanisation. De nombreuses photos représentent les animaux ayant remporté les distinctions les plus flatteuses aux concours organisés en Grande-Bretagne en 1955. La partie de l'Annuaire consacrée aux références mentionne les renseignements habituels sur les organismes d'intérêt agricole, les institutions de recherches, les foires, les lois sociales agricoles, la composition des rations, etc.

Carte des sols et de la végétation du Congo belge et du Ruanda-Urundi. 1. Kaniama (Haut-Lomani). Note explicative, par A. FOCAN et W. MULLENDERS. 53 p., 15 fig, 6 pl. hors texte. *3 cartes.* Publ. de l'INÉAC, Bruxelles, 1955.

Milieu, sols, végétation, corrélations entre le sol et la végétation, utilisation des terres de Kaniama (Haut-Lomami). Cartes des sols et de la végétation. Carte semi-détaillée de la région de Tshibonde.

J. GORDON COOK. — *The fight for food* (La lutte pour la nourriture). 208 p., 12 pl. hors texte. George G. Harrap and Co., London, 1955. Prix : 10 s. 6 d.

Dans le combat qu'il livre pour l'obtention d'un volume accru de nourriture, l'homme est puissamment aidé par les acquisitions de la science. Celle-ci lui livre les moyens de lutte contre les maladies des plantes cultivées et contre les agressions des animaux prédateurs. L'auteur souligne le rôle de certaines substances (phosphate tricalcique, vitamines, acides aminés, etc.) contenues dans les aliments. Il discute la question de la culture des Algues, spécialement des Chlorelles, à des fins alimentaires.

Ph. BARCLAY-SMITH. — *Woodland birds* (Oiseaux des forêts). 31 p., 16 pl. en couleurs par P. Shepheard. The King Penguin Books, n° 74. Penguin Books, Harmondsworth, 1955. Prix : 5 s.

Phyllis BARCLAY-SMITH décrit les différents oiseaux que l'on ren-

contre dans les forêts de la Grande-Bretagne. Elle montre que le chant est un critère important dans la détermination des espèces. Les documents iconographiques de Peter SHEPHEARD sont de toute beauté.

DIVERS AUTEURS. — *Tuinbouwgids 1956* (Guide horticole pour l'année 1956). 764 p., nombreuses illustr. Directie van de Landbouw, Afdeling Tuinbouw. Den Haag, 1955. Prix : 5 fl. (l'édition de luxe : 6 fl.).

L'intérêt du présent Guide horticole ne le cède en rien à celui des publications similaires des années antérieures. Il donne tous détails utiles sur l'organisation des services du Ministère néerlandais de l'Agriculture et sur les lois réglementant des matières horticoles. Il fournit des renseignements sur les conditions météorologiques, les poids et mesures, etc. Il dépeint l'état présent des connaissances scientifiques et techniques qui assurent les progrès de l'horticulture. Un article original est consacré aux « veilingen » ; plusieurs autres traitent des maladies à virus. Quelques planches en couleurs charment les yeux par leur suggestive beauté.

H. L. PENMAN. — *Humidity*. 71 p., 19 fig. Monographs for students. The Institute of Physics, London, 1955. Prix : 5 s.

Les points suivants sont traités dans la présente brochure : la vapeur d'eau dans l'atmosphère ; les principes physiques de l'équilibre vapeur-liquide ; la mesure de l'humidité absolue ; les différentes sortes d'hygromètres ; l'hygrométrie industrielle.

XXX. — *Plus de pain pour plus de bouches*. 42 p., 25 ill. Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture, Rome, mars 1954.

La présente brochure expose le travail réalisé par la FAO à fin 1953, c'est-à-dire au bout de ses dix années d'existence. La superficie des terres cultivées, la production alimentaire, le cheptel, les instruments aratoires se sont accrus. L'écoulement commercial des produits alimentaires a été facilité. L'idée de coopération a fait des progrès. Les ressources en poissons des lacs et des mers ont été évaluées. La FAO a fourni une aide technique importante en matière d'exploitation forestière. Elle a accordé toute son attention aux répercussions sociales des régimes fonciers.

H. J. WOOD. — *Exploration and discovery* (Exploration et découverte). 192 p., 12 cartes. « Geography ». Hutchinson's University Library, London, 1951. Prix : 8 s. 6 d.

Le livre traite du développement des idées et des techniques d'exploration et de découverte mises en œuvre au cours des âges. Ainsi sont évoqués, entre autres : STRABON, PTOLÉMÉE, BATOUTA, MARCO POLO, COLOMB, TASMAN, COOK, HUMBOLDT. En appendice, une *Histoire de la navigation* par E. CAMPBELL.

Sir W. G. OGG. — *Chemistry and crop nutrition* (Chimie et nutrition végétale). 14 p., 4 pl. hors texte. The Royal Institute of Chemistry, London, 1955. Prix : 3 s.

Cette brochure montre le rôle qu'a joué la chimie dans les progrès accomplis en matière de fertilisation des terres et de nutrition des plantes cultivées. Elle envisage les engrais organiques, les éléments majeurs et les oligoéléments.

G. R. CRONE. — *Maps and their makers* (Les cartes géographiques et leurs auteurs). 181 p., 7 cartes. « Geography ». Hutchinson's University Library, London, 1953. Prix : 8 s. 6 d.

L'auteur retrace l'histoire de la confection des cartes géographiques et des mappemondes depuis l'Antiquité jusqu'à l'époque moderne. Les grandes découvertes et les talents de savants tels que MERCATOR et ORTELIUS ont permis de corriger et de compléter progressivement les cartes marines, les portulans et les cartes terrestres. Un appendice donne les ouvrages généraux ayant trait à la cartographie.

J. G. COOK. — *Our astonishing atmosphere* (Notre étonnante atmosphère). 200 p., 12 pl. hors texte. George G. Harrap, London, 1955. Prix : 10 s. 6 d.

L'exploration de l'atmosphère a conduit à des découvertes étonnantes. J. Gordon COOK a consacré des pages pertinentes à l'étude des nuages et des rayons cosmiques, aux difficultés du vol à grande vitesse, à l'utilisation du vent comme force motrice, à la vapeur d'eau contenue dans l'air, aux poussières radioactives, etc.

M. THOMAS. — *Plant physiology* (Physiologie végétale). 4e édition, 692 p., 89 fig. J. and A. Churchill, London, 1956. Prix : 45 s.

La quatrième édition du cours de physiologie végétale de Meirion THOMAS, professeur de botanique à l'Université de Durham, honore à la fois l'auteur et l'édition anglaise. S. L. RANSON et J. A. RICHARDSON ont apporté leur collaboration à l'œuvre de mise à jour. Les chapitres traitant de l'activité du protoplasme, des enzymes, de la respiration, de la photosynthèse, de l'absorption de l'eau et des solutions nutritives du sol par les racines, de la transpiration, du mouvement des stomates et des auxines ont été profondément remaniés. La partie relative au photopériodisme et à la vernalisation est nouvelle. Un premier appendice est consacré au chimisme des produits du métabolisme. Un deuxième appendice expose des notions de physico-chimie. Les techniques récentes concernant la chromatographie et l'utilisation des traceurs radioactifs en biologie végétale font l'objet d'un troisième appendice extrêmement intéressant. La bibliographie cite 748 titres de publications.

DIVERS AUTEURS. — *Soil zoology* (Zoologie du sol). 512 p., 171 fig. Butterworths Scientific Publications, London, 1955. Prix : 55 s.

Le présent livre, édité par D. K. Mc E. Kevan, rassemble les communications qui ont été lues à la seconde École pascale des sciences agricoles, organisée par la Faculté d'Agronomie de l'Université de Nottingham. Il ne constitue donc pas un traité classique de la Zoologie des sols ; mais les matières exposées traitent des questions les plus importantes concernant ce domaine. Puisqu'il m'est impossible d'en donner une énumération complète, je citerai les travaux suivants : *Les Nématodes du sol*, par B. G. Peters ; *Les Termites et le sol*, par W. V. Harris ; *L'activité des animaux des sols en tant que facteur décisif de la formation des différentes formes d'humus*, par W. L. Kubiena ; *Les vers de terre et la structure du sol*, par W. J. Mc L. Guild ; *L'effet des pratiques culturales sur la faune des sols*, par W. Tishler. Chaque communication est suivie d'une bibliographie choisie et des discussions qu'elle a suscitées.

Institut National de Statistique. — *Recensement agricole et horticole au 15 mai 1955. Résultats définitifs.* 23 p. Ministère des Affaires Économiques, Bruxelles, 1956.

Dans la présente publications sont consignés les résultats définitifs du recensement agricole et horticole au 15 mai 1955, en ce qui concerne la partie agricole. La matière recensée se rapporte aux superficies détaillées des cultures pratiquées, aux effectifs du cheptel et à certaines machines agricoles. R. Georlette.





COMPTOIR BELGE DE L'AZOTE
SOCIÉTÉ COOPÉRATIVE
COBELAZ
DÉPARTEMENT PUBLICITÉ ET PROPAGANDE
34, RUE BOSQUET,
BRUXELLES
tous engrais azotés


Le PHYTOREL source de lumière artificielle
pour la culture intensive
Sujet même âge que 1, cultivé en lumière naturelle augmentée de lumière artificielle par 4 tubes « PHYTOR » IC.R. H. Lg. pendant 12 heures par jour.
2
1
Cultivé en lumière naturelle semé le 1er Février 54 photographié le 19 Mars 54.
les ACEC
en collaboration avec le centre de recherches des Hormones Végétales de Liège ont créé la lampe fluorescente LF 40 « PHYTOR » I C. R. H. Lg.
L'éclairage fourni par cette lampe spéciale produit des effets remarquables sur les végétaux. Il accélère considérablement leur croissance et permet d'obtenir des plantes très vigoureuses en toute saison. Le temps d'occupation des serres chaudes est de ce fait réduit au minimum. Les LF « PHYTOR » sont des lampes de 40 W montées par groupe de quatre dans un appareil « PHYTOREL » étudié spécialement pour les serres.
Le bureau d'application du matériel de l'OVED est à votre service. ACEC - DIVISION VENTE MATÉRIEL STANDARD Service OVED - CHARLEROI.
« PHYTOREL »
du soleil en toute saison
ACEC
ATELIERS DE CONSTRUCTIONS ELECTRIQUES DE CHARLEROI

ÉDITIONS J. DUCULOT, S. A., GEMBLOUX. *(Imprimé en Belgique).*